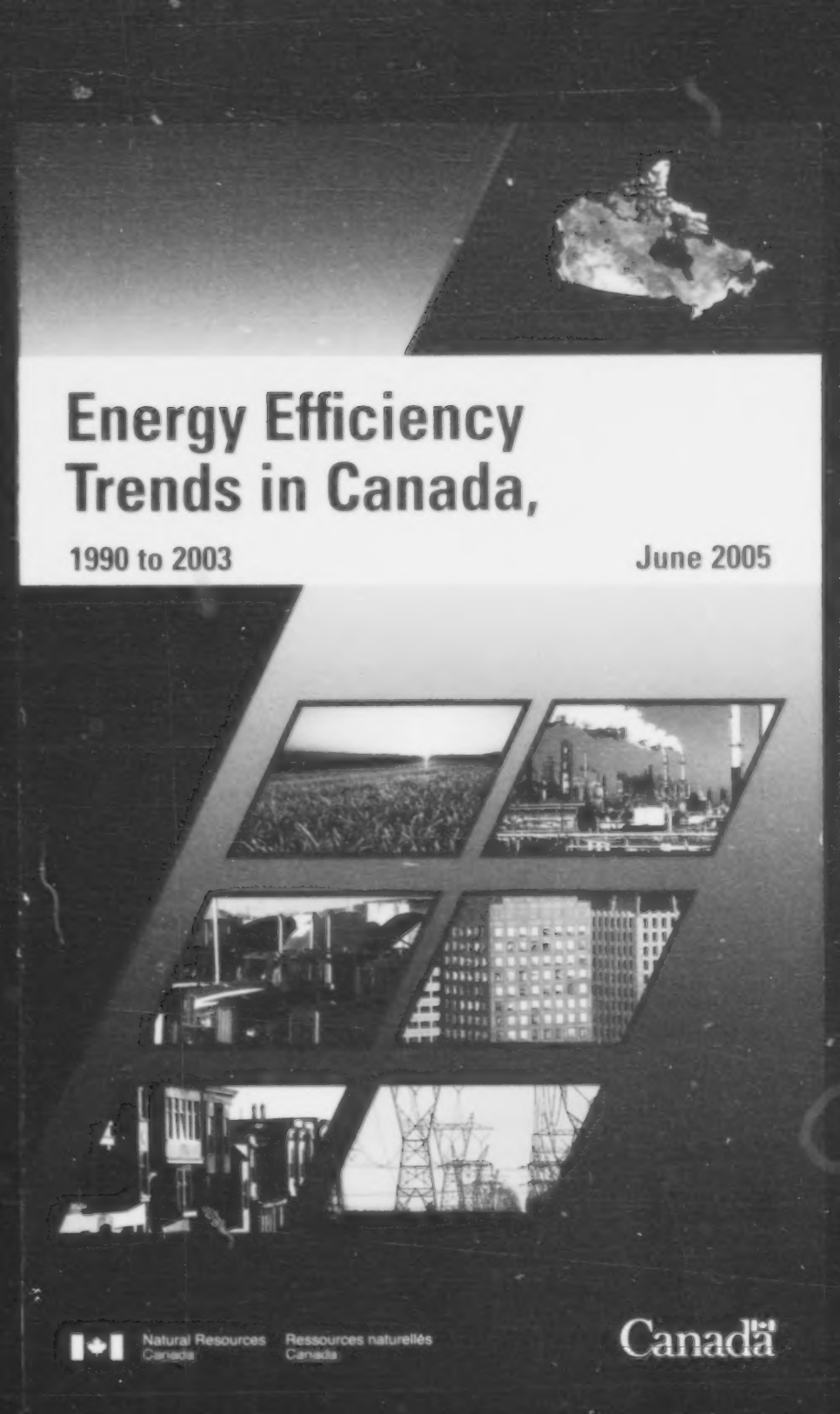


Energy Efficiency Trends in Canada,

1990 to 2003

June 2005

Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada

Canada

This digital mosaic of Canada, produced by Natural Resources Canada (Canada Centre for Remote Sensing), is a composite of individual satellite images. The colours reflect differences in the density of vegetation cover: bright green for dense vegetation in the humid southern regions; yellow for semi-arid and mountainous regions; brown for the far north where vegetation cover is very sparse; and white for the Arctic regions.

Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency
Leading Canadians to Energy Efficiency at Home, at Work and on the Road

Cataloguing in Publication

Energy efficiency trends in Canada, 1990 to 2003

Annual
Text in English and French.
Title on added t.p.: Evolution de l'efficacite energetique au Canada, 1990 à 2003.
Issued by: Office of Energy Efficiency.

ISBN 0-662-68797-3
Cat. No. M141-1/2003
ISSN 1205-304X

1. Energy consumption — Canada — Statistics — Periodicals.
2. Greenhouse gases — Canada — Statistics — Periodicals.
I. Canada. Natural Resources Canada.
II. Canada. Office of Energy Efficiency.
III. Title: Evolution de l'efficacite energetique au Canada, 1990 à 2003.

TJ163.4 C3 333.79'13'0971

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2005

To obtain additional copies of this or other free publications on energy efficiency, please contact:

Energy Publications
Office of Energy Efficiency
Natural Resources Canada
c/o S.J.D.S.
1770 Pink Road
Gatineau QC J9J 3N7
Tel.: 1 800 387-2000 (toll-free)
Fax: (819) 779-2853
TTY: (613) 996-4397 (teletype for the hearing-impaired)

Recycled paper

105-07187/

Preface

This is the tenth edition of *Energy Efficiency Trends in Canada*, which delivers on Canada's commitment to track trends in energy efficiency, energy use and related greenhouse gas (GHG) emissions. Improving energy efficiency reduces GHG emissions that contribute to climate change. For a statistical overview of Canada's sectoral energy markets, readers are referred to this report's companion document, ***Energy Use Data Handbook, 1990 and 1997 to 2003***.

Energy Efficiency Trends in Canada, 1990 to 2003 covers the six sectors analysed by Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency (OEE), i.e. the residential, commercial/institutional, industrial, transportation, agriculture and electricity generation sectors. The period 1990 to 2003 was chosen because 1990 is the reference year for the Kyoto Protocol, and 2003 is the most recent year for which actual data are available.

A comprehensive database, including most of the historical energy use and GHG emissions data used by the OEE for its analysis, is available from the following Web site: *oee.nrcan.gc.ca/tables/05*.

This year, we have added a new product – a CD containing electronic versions of this report, the *Energy Use Data Handbook*, energy and GHG emissions analysis tables, as well as detailed data tables for Canada from the comprehensive database. It is available upon request.

If you require more information on this product or the services that the OEE offers, contact us by e-mail at *euc.cec@nrcan.gc.ca*.

This report was prepared by Naima Behidj, Johanne Bernier, Samuel Blais, Sebastien Genest, William King, Carolyn Ramsum, Katherine Sassi and Nathalie Trudeau, who are staff of the Demand Policy and Analysis Division of the OEE, which is part of Natural Resources Canada. The project leader was Carolyn Ramsum, with Tim McIntosh providing overall direction.

For more information, contact:

Carolyn Ramsum
Senior Economist
Office of Energy Efficiency
Natural Resources Canada
580 Booth Street, 18th Floor
Ottawa ON K1A 0E4

E-mail: euc.cec@nrcan.gc.ca

Table of Contents

Preface i

Chapter 1 – Introduction 1

Chapter 2 – Total End-Use Sector 5

Chapter 3 – Residential Sector 13

Chapter 4 – Commercial/Institutional Sector 19

Chapter 5 – Industrial Sector 27

Chapter 6 – Transportation Sector 35

Chapter 7 – Agriculture Sector 49

Chapter 8 – Electricity Generation Sector 55

Appendix – Glossary of Terms 61

Chapter 1
Introduction

From 1990 to 2003, Canada's energy efficiency improved by an estimated 13 percent, or 883.3 petajoules, saving Canadians almost $13.4 billion in 2003 alone and reducing annual greenhouse gas emissions by 52.3 megatonnes.

About Energy Use, Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions

Determining the impact of energy efficiency improvements on energy consumption levels for a vehicle, piece of equipment or appliance is straightforward; it can easily be tested and measured. However, determining how these individual improvements integrate and affect energy consumption and resulting greenhouse gas (GHG) emissions is more complex.

This report addresses the complicated question of what impact energy efficiency is having in Canada. It provides an analysis of the impact of energy efficiency on secondary energy use – the energy that Canadians use to heat and cool their homes and workplaces and to operate their appliances, vehicles and factories – and on the generation of electricity.

The analysis presented in this report uses a factorization method that separates the changes in the amount of energy used by the residential, commercial/institutional, industrial, transportation and electricity generation sectors of the economy into five factors. These factors are

1. **Activity:** Activity is defined differently in each sector. For instance, in the residential sector, it is defined as households and the floor space of residences; in the industrial sector, it is defined as industrial output such as tonnes of steel; and in the electricity generation sector, it is defined as gigawatt-hours produced.

2. **Weather:** Fluctuations in weather lead to changes in heating and cooling requirements. This effect is taken into account in the residential and commercial/institutional sectors, where heating and cooling account for a significant share of energy use.

3. **Structure:** Structure refers to change in the makeup of each sector. For example, in the industrial sector, a relative increase in output from one industry over another is considered a structural change; in the electricity generation sector, a relative increase in one fuel over another is considered a structural change.

4. **Service Level:** The increased penetration of auxiliary equipment in commercial/institutional buildings during the 1990s increased energy consumption for this end-use. Since we have only limited data on stocks, sales and unit energy consumption levels related to this equipment, an index has been estimated to capture the impact of these changes over time. This effect is measured only in the commercial/institutional sector.

5. **Energy Efficiency:** Energy efficiency refers to how effectively energy is being used, for example, for how long an appliance can be operated with a given amount of energy. For the electricity generation sector, it represents the conversion losses.

In this analysis, one complexity that arises is how to treat the secondary use of electricity that, unlike other fuels used at the end-use level, does not produce any GHG emissions. Thus it is common (but not universal) practice to allocate GHG emissions associated with electricity production to the sector that uses that electricity. This is achieved by multiplying the amount of electricity used by a national average emissions factor that reflects the average mix of fuels used to generate electricity in Canada. The sectors in this report are analysed with and without this allocation.

Total Canadian GHG emissions are estimated to have been 731.5 megatonnes[1] (Mt) in 2003; of this, 69 percent, or 501.8 Mt, resulted from secondary energy use (including electricity-related GHG emissions). GHG emissions resulting from secondary energy use are influenced by two principal factors: the amount of energy used and the GHG intensity of the energy used (the quantity of GHGs emitted per unit of energy). The sector-by-sector analysis in this report elaborates on these two principal factors and the impact that they, and energy efficiency, have on GHG emissions trends.

Chapter 2 provides an analysis of total secondary end-use energy efficiency, energy use and related GHG emissions trends. Chapters 3 to 8 describe the results of the sector-by-sector analysis of energy efficiency and GHG emissions. The appendix provides a glossary of terms.

[1] This is a preliminary estimate. Environment Canada is responsible for Canada's official GHG inventory.

Differences From Previous Reports

This report is the tenth annual review of trends in energy use, energy efficiency and GHG emissions in Canada, using 1990 as the baseline year. It updates last year's *Energy Efficiency Trends in Canada, 1990 to 2002* and delivers on Canada's commitment to track trends in energy efficiency, energy use and related GHG emissions. *Energy Efficiency Trends in Canada, 1990 to 2003* differs from previous reports in three key ways.

The first difference is in the commercial/institutional sector where floor space estimates were revised. At the request of the Office of Energy Efficiency (OEE), Informetrica Limited redeveloped its commercial/institutional floor space estimates so they would be consistent with the North American Industry Classification System (NAICS). These changes are necessary to ensure that floor space data are compatible with energy and expenditure investment data, which are now collected using NAICS definitions. Due to this change in definitions, in this report, floor space data are reported for ten activity types instead of the nine building types used previously. As well, floor space from industrial facilities, which was previously attributed to commercial building types, has been excluded from the new floor space total.

The second difference, also in the commercial/institutional sector, involves a change to the definition of service level in the factorization analysis. We were able to obtain actual penetration rates for air conditioned floor space from the *Commercial and Institutional Building Energy Use Survey* for 2000; as a result, we have removed the impact of space cooling from the service level effect. The index devised to estimate changes in service level now accounts for only the penetration of auxiliary equipment.

The third difference is in the passenger sub-sector of transportation where, this year, a new historical series for car and light truck occupancy rates was developed. Since occupancy rates are critical for calculating passenger-kilometres (the activity variable for passenger transportation), this change has affected the factorization results presented for this sub-sector. Compared with previous reports, the activity effect is noticeably larger and, as a result, energy efficiency improvements have also increased.

In this document, due to rounding, the numbers in the figures may not add up to the reported totals.

Chapter 2
Total End-Use Sector

Definition: The total end-use sector refers to an aggregation of the following five end-use sectors: residential, commercial/institutional, industrial, transportation and agriculture.

Between 1990 and 2003, secondary energy use – the energy that Canadians use to heat and cool their homes and workplaces and to operate their appliances, vehicles and factories – increased 22 percent, from 6950.8 to 8457.3 petajoules (PJ). As a result, secondary energy-related GHGs (including GHGs related to electricity) increased 23 percent, from 407.9 to 501.8 Mt.

One petajoule is the amount of energy consumed by a small town of about 3700 people in a year for all uses, from housing and transportation to local services and industry.

As Figure 2.1 indicates, if there had not been significant ongoing improvements in energy efficiency in all end-use sectors, secondary energy use would have been 13 percent higher in 2003 than it actually was. These energy savings of 883.3 PJ are roughly equivalent to 84 percent of the energy used by all cars and light trucks in passenger transportation.

Figure 2.1 Secondary Energy Use, With and Without Energy Efficiency Improvements, 1990–2003 (index 1990 = 1.0)

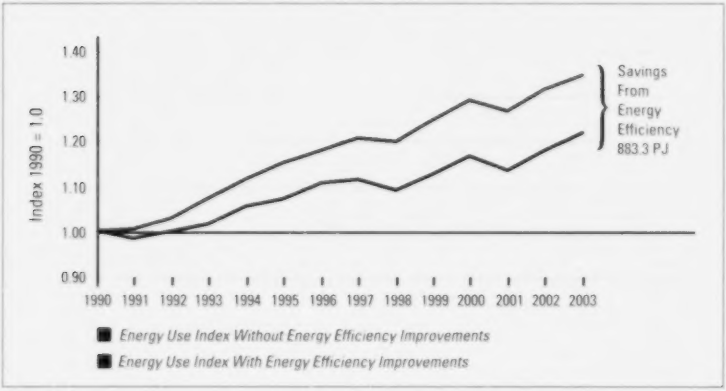
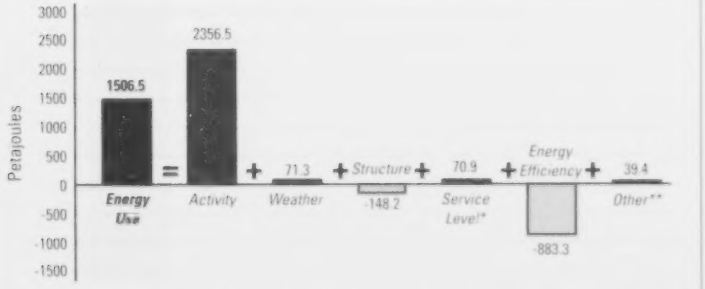


Figure 2.2 indicates that the following influenced the change in energy use and related GHGs:

- a 35 percent increase in activity (comprising commercial/institutional and residential floor space, number of households, passenger- and tonne-kilometres, industrial gross output, physical production and gross domestic product [GDP]) resulted in a 2356.5 PJ increase in energy and a corresponding 136.7 Mt increase in GHG emissions;
- the winter of 2003, which was 5 percent colder than the winter of 1990, and the summer, which was 24 percent warmer, led to a 71.3 PJ increase in secondary energy demand and a resulting 4.0 Mt increase in GHG emissions;
- changes in the structure of most sectors in the economy increased energy use; however, these increases were completely offset by a shift in the industrial sector towards industries that are less energy intensive – the net result was savings of 148.2 PJ and reductions in GHG emissions of 4.6 Mt;
- changes in the auxiliary equipment service level (i.e. increased use of computers, printers and photocopiers in the commercial/institutional sector) raised energy use by 70.9 PJ and increased corresponding GHG emissions by 4.2 Mt; and
- improvements in energy efficiency saved 883.3 PJ of energy and 52.3 Mt of GHG emissions.

Figure 2.2 Impact of Activity, Weather, Structure, Service Level and Energy Efficiency on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)

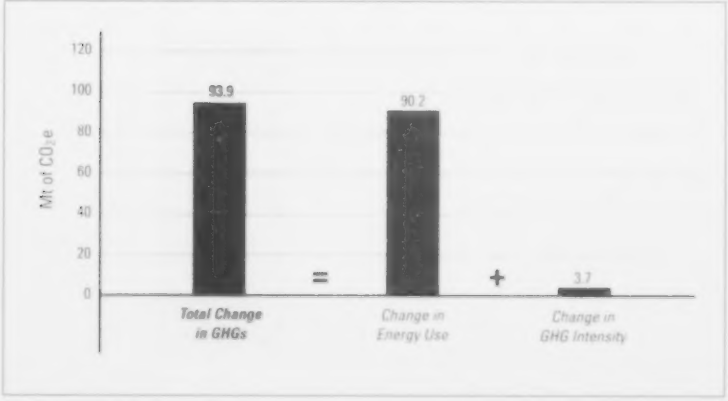


* "Service Level" refers to the service level of auxiliary equipment in the commercial/institutional sector.
** "Other" refers to street lighting, non-commercial airline aviation, off-road transportation and agriculture, which are not included in the factorization analysis but are included in "Energy Use."

Overall, when GHGs related to electricity production are included, increased secondary energy use resulted in increased GHG emissions. The GHG intensity of the energy changed little over the period as fuel switching towards less GHG-intensive fuels offset a higher GHG intensity in electricity production. As Figure 2.3 shows, GHG emissions from secondary energy use were 23 percent, or 93.9 Mt, higher in 2003 than in 1990.

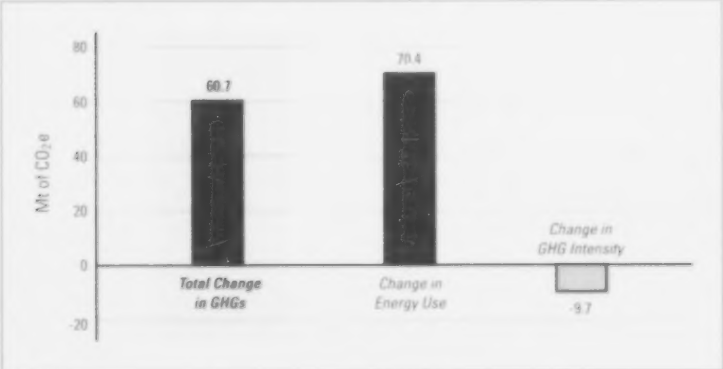
The emissions of one tonne of carbon dioxide (CO_2) would fill the volume of two average-sized houses in Canada – meaning that one megatonne would fill about 2 million average-sized houses.

Figure 2.3 Influence of Secondary Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Including Electricity-Related GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



When electricity-related GHG emissions are excluded, GHG emissions from secondary energy use rose by 19 percent, or 60.7 Mt (Figure 2.4). A 2 percent decrease in the GHG intensity of energy was the result of a relative increase in the consumption of biomass and natural gas and a decline in the use of heavy fuel oil, coke and coke oven gas.

Figure 2.4 Influence of Secondary Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Excluding Electricity-Related GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



Figures 2.5, 2.6 and 2.7 show how the increase in energy use and GHG emissions between 1990 and 2003 was distributed across all end-use sectors of the economy. The increase is to be expected, given the substantial growth of activity (GDP, floor space, etc.) in the various sectors.

Figure 2.5 Energy Use by Sector, 1990 and 2003 (petajoules)

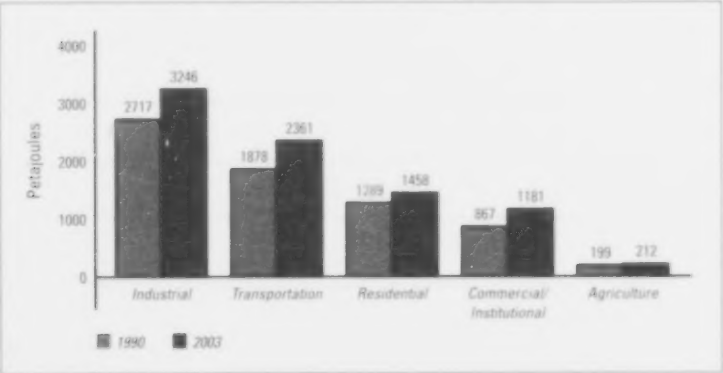


Figure 2.6 GHG Emissions, Including Electricity-Related Emissions, by Sector, 1990 and 2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)

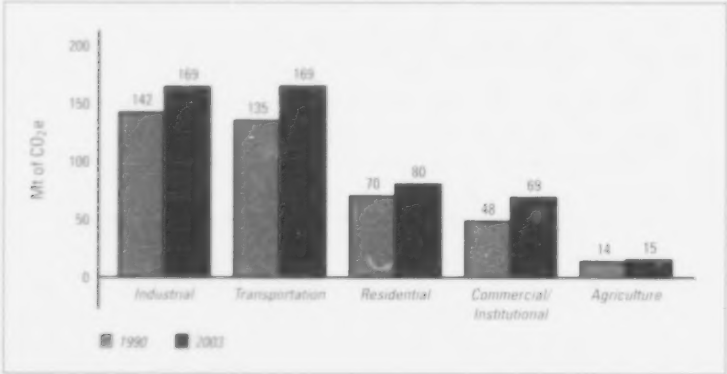
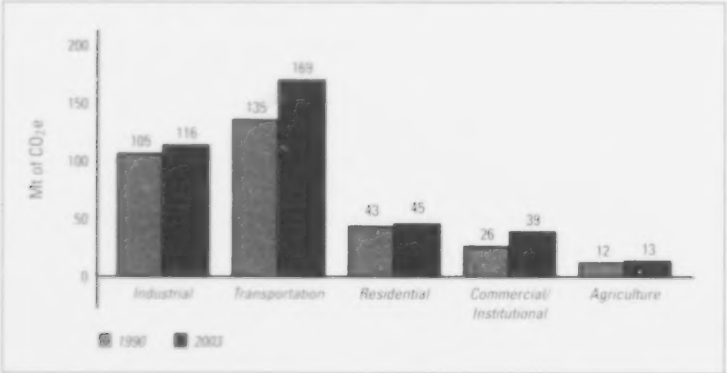


Figure 2.7 GHG Emissions, Excluding Electricity-Related Emissions, by Sector, 1990 and 2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



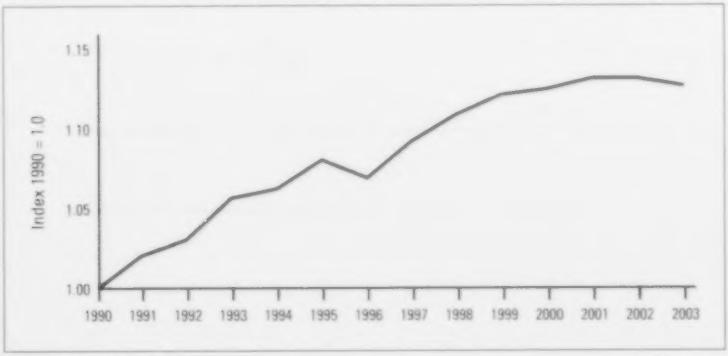
The following chapters describe how changes in activity, weather, structure, service level and energy efficiency influenced changes in energy use, as well as how energy use and the GHG intensity of fuels affected changes in energy-related GHG emissions for each end-use sector.

The OEE Energy Efficiency Index

In this report, the impact of energy efficiency on energy consumption is estimated for the residential, commercial/institutional, industrial[1] and transportation sectors over the 1990–2003 period. These variations in energy efficiency are aggregated into a single index of energy efficiency for Canada, which is called the OEE Energy Efficiency Index.

Over the 1990–2003 period, the Index presented in Figure 2.8 trended upward, growing by about 1 percent per year. As a result, energy efficiency improved by 13 percent over the period. This translates into energy savings of 883.3 PJ and GHG savings of 52.3 Mt in 2003. A flattening of the index between 2001 and 2003 is mainly due to the industrial sector, where energy efficiency improvements were checked by increases in energy intensity in some industries, fuel switching and lower levels of capacity utilization.

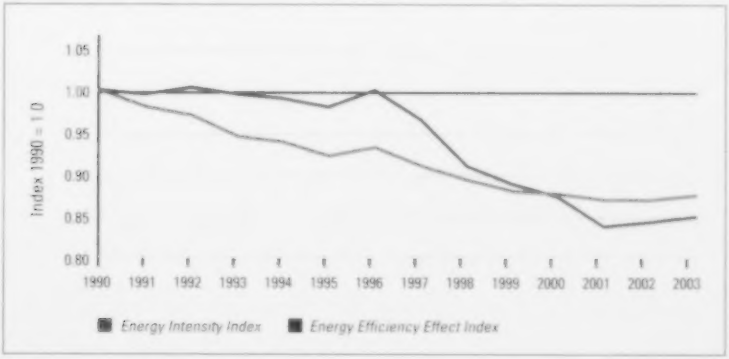
Figure 2.8 The OEE Energy Efficiency Index, 1990–2003 (index 1990 = 1.0)



[1] In the industrial sector, NAICS-based data for some industries are not available from Statistics Canada between 1991 and 1994. For these years, the energy efficiency effect was estimated using analysis (data was based on the Standard Industrial Classification System) from the 2000 report to calculate growth rates, which were then applied to the 1995 data point to backcast missing years. These results were calibrated to NAICS-based activity and intensity data.

The OEE Energy Efficiency Index provides a better estimate of changes in energy efficiency than the commonly used ratio of energy use per unit of GDP (energy intensity). This ratio captures not only changes in energy efficiency, but also other factors such as weather variations and changes in the structure of the economy. Figure 2.9 illustrates the differences between the two indices. The energy efficiency effect is the mirror image of the OEE Index presented in Figure 2.8; the line was transposed so it can be more easily compared to the index for energy intensity.

Figure 2.9 Changes in Energy Intensity and the Energy Efficiency Effect, 1990–2003 (index 1990 = 1.0)



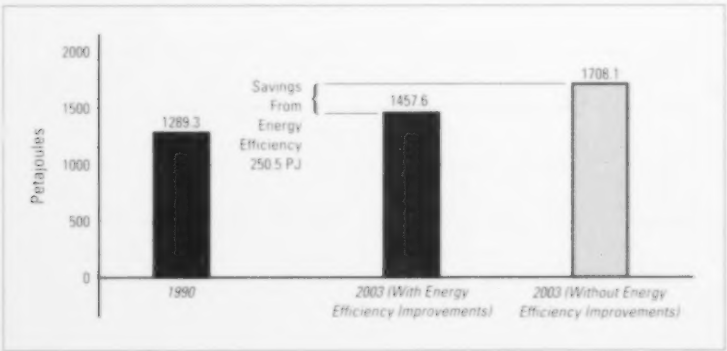
As illustrated in Figure 2.9, intensity underestimates the efficiency effect in Canada in the early 1990s and overestimates its impact in the latter part of the period. Before 1998, intensity improvements appear to be modest because colder weather (1992–1997) and a shift towards more energy-intensive industries (1990–1993) masked energy efficiency progress. In 2000, the intensity index dipped below the index for the energy efficiency effect. A switch to less energy-intensive industries, which began in the mid-1990s, combined with energy efficiency improvements accelerated the observed decline in energy intensity.

Chapter 3
Residential Sector

Definition: The residential sector in Canada includes four major types of dwellings: single detached homes, single attached homes, apartments and mobile homes. Households use energy primarily for space and water heating, the operation of appliances, lighting and space cooling.

Between 1990 and 2003, residential energy use increased by 13 percent, or 168.2 PJ (Figure 3.1). As a result, residential energy-related GHGs (including those related to electricity) increased by 15 percent, or 10.3 Mt. Without energy efficiency improvements, energy use would have risen by 32 percent between 1990 and 2003, instead of the observed 13 percent.

Figure 3.1 Energy Use, With and Without Energy Efficiency Improvements, 1990 and 2003 (petajoules)

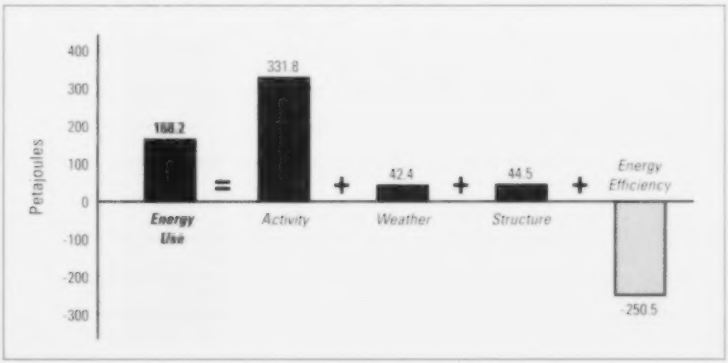


During a typical Toronto summer, a central air conditioner in an average home will use 1969 to 2317 kilowatt-hours. To generate the electricity to operate this unit, roughly 0.5 tonnes of GHGs are emitted at the power plant level.

As Figure 3.2 indicates, the following influenced the change in energy use and related GHGs:

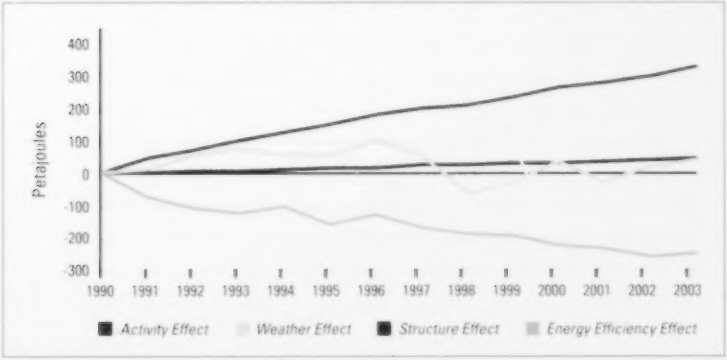
- activity, defined as a mix of households and floor space, increased by 26 percent, resulting in a 331.8 PJ increase in energy and a corresponding 18.2 Mt increase in GHG emissions. Growth in activity was driven by a 29 percent increase in floor area and by a rise of 23 percent in the number of households;
- the winter in 2003 was colder and the summer was warmer than in 1990. As a result, energy demand for space conditioning purposes increased by 42.4 PJ and GHG emissions rose by 2.3 Mt;
- changes in the structure (e.g. mix of end-uses); specifically, increases in the relative energy shares of water heating, lighting and space cooling, resulted in the sector using an additional 44.5 PJ of energy and emitting 2.4 Mt more GHGs; and
- improvements to the thermal envelope of houses and to the efficiency of residential appliances and space and water heating equipment led to an overall energy efficiency gain in the residential sector, saving 250.5 PJ of energy and 13.7 Mt of GHG emissions.

Figure 3.2 Impact of Activity, Weather, Structure and Energy Efficiency on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)



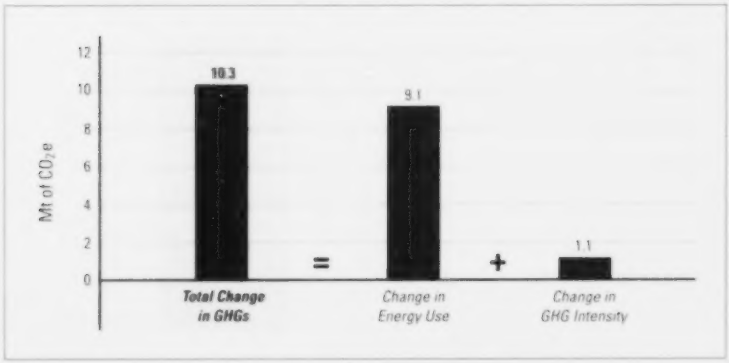
As Figure 3.3 shows, activity and, to a lesser degree, structure (or the mix of end-uses) have steadily contributed to increased energy use over time. Energy efficiency improvements, however, helped to offset much of the impact of activity and structure. Weather is the only factor for which there is no discernible trend over the period.

Figure 3.3 Changes in Energy Use Due to Activity, Weather, Structure and Energy Efficiency, 1990–2003 (petajoules)



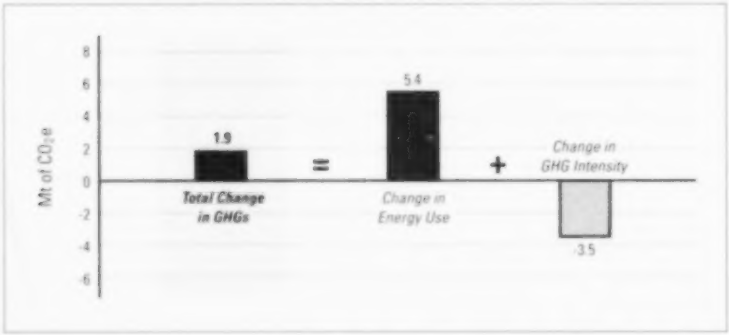
When GHGs related to electricity are included, increased energy consumption and a rise in the average GHG intensity of fuels used to generate electricity were responsible for the overall increase in GHG emissions in the sector. As Figure 3.4 shows, GHG emissions from the residential sector were 15 percent, or 10.3 Mt, higher in 2003 than they were in 1990.

Figure 3.4 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Including Electricity-Related GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



When electricity-related GHG emissions are excluded, the GHG intensity of energy use decreased by 8 percent (Figure 3.5) between 1990 and 2003. Fuel shifting from heating oil and propane to natural gas and wood reduced GHG intensity in the sector and offset higher GHGs from increased energy use.

Figure 3.5 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Excluding Electricity-Related Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



Air Conditioning Trends in the Residential Sector

Though better known for cold winters, certain parts of Canada also enjoy short but hot summers. Using an air conditioner during the summer months has become particularly popular in Quebec, Ontario and Manitoba. As a result, energy use for air conditioning increased from 8.3 PJ in 1990 to 17.7 PJ in 2003 (113 percent). Despite this rapid growth, space cooling accounted for just over 1 percent of total residential energy use in 2003.

To keep homes comfortable in the summer, air conditioners in certain regions are used quite intensely. Consider that during a typical cooling season in Toronto, a room air conditioner with a capacity of 8000 British thermal units (Btu) per hour, will use 421 to 502 kilowatt-hours (kWh) (depending on the unit efficiency),[1] or similar to what a new 2003 refrigerator consumes per year. A central air conditioner is used to cool a larger space such as a house. This type of unit (32,000 Btu per hour) can use about 1969 to 2317 kWh in a cooling season – roughly equivalent to the annual energy consumption of a new 2003 refrigerator, range and clothes dryer. Central units currently outnumber smaller, less intensive room units by a ratio of almost 2 to 1 (see Table 3.1).

Why is air conditioning energy use growing so quickly? One reason has been activity; while the number of households increased by 23 percent between 1990 and 2003, the stock of air conditioning units grew by 88 percent (see Table 3.1). Warmer than average summers since 1998 (except for 2000) may have contributed to increased purchases of air conditioning units.

Table 3.1 Stock of Air Conditioning Units, 1990 and 2003 (thousands)

Type of Air Conditioner	1990	2003	Total Growth 1990–2003 (%)
Room	1090	1728	58
Central	1376	2919	112
Total	**2466**	**4647**	**88**

Source: Natural Resources Canada, Residential End-Use Model, February 2005.

Within Canada, there are significant regional differences in space cooling requirements. As would be expected, the provinces with the warmest summers (e.g. Quebec, Ontario and Manitoba), or the most cooling degree-days (CDDs),[2] also had the greatest penetration of air conditioning units (see Table 3.2). Ontario, in particular, possesses 63 percent of all air conditioning units in Canada and accounted for 74 percent of the country's energy use for space cooling in 2003.

[1] Natural Resources Canada, *EnerGuide Room Air Conditioner Directory 2004*, Ottawa, 2004, p. 80.
[2] Consult the Appendix for the definition of CDDs.

continued

continued

Table 3.2 Explanatory Variables for Air Conditioning, Selected Provinces

	Average CDDs per Year	Penetration Rate for Air Conditioners – 2003	Share of Air Conditioners (%) – 2003	Share of Air Conditioning Energy Use (%) – 2003
Quebec	223	0.28	19	13
Ontario	242	0.65	63	74
Manitoba	178	0.65	6	7
Alberta	55	0.10	2	1
Canada	**171**	**0.38**	**100**	**100**

Source: Natural Resources Canada, Residential End-Use Model, February 2005.

Since 1990, there has been a sharp increase in the penetration of air conditioners. To establish the potential for additional energy growth, the following question was considered: How would energy use be affected if every home in Canada owned an air conditioner?[3] It is estimated that instead of 17.7 PJ in 2003, energy use for space cooling would have been 37.4 PJ – more than double the actual level. With its warm summers and low penetration of air conditioners, the impact would have been most noticeable in Quebec where energy use rose from 2.4 to 8.5 PJ in 2003. In the simulation, increases in energy use were marginal in cooler areas, such as the Atlantic provinces and the territories, where, even when all homes possessed "hypothetical" air conditioners, there was little occasion to use them.

Room and central air conditioners have been regulated under Canada's *Energy Efficiency Regulations* since 1995. Due to the increased efficiency of new units and the retirement of older, less efficient units, between 1990 and 2003, growth in space cooling energy use was about 30 percent lower than it otherwise would have been.[4] Stricter regulations for room air conditioners were introduced in April 2003 and new regulations for central air conditioners are expected to come into effect 26 January 2006. Given the rapid penetration of air conditioning units in recent years, and the potential for additional penetration, these regulations should help to moderate future growth in space cooling energy use.

[3]Weather conditions and the splits between room and central air conditioners were assumed to be the same as in 2003.

[4]See the factorization analysis for space cooling in the Analysis Tables for *Energy Efficiency Trends in Canada* at oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/tablesanalysis2/res_00_1_e.xls.

Chapter 4
Commercial/Institutional Sector

Definition: The commercial/institutional sector in Canada includes activities related to trade, finance, real estate, public administration, education and commercial services (including tourism). These activities have been grouped into ten activity types based on the North American Industry Classification System (see the text box below). Although street lighting is included in total energy use for the sector, it is excluded from the factorization analysis because it is not associated with floor space activity.

Changes to the Estimates for Commercial/Institutional Floor Space

This year, at the request of the OEE, Informetrica Limited redeveloped its commercial/institutional floor space estimates so they would be consistent with the North American Industry Classification System (NAICS). These changes are necessary to ensure that floor space data are compatible with energy and expenditure investment data, which are now collected using NAICS definitions. Due to this change in definitions, in this report, floor space data are reported for ten activity types instead of the nine building types used previously. As well, floor space from industrial facilities, which was previously attributed to commercial building types, has been excluded from the new floor space total.

Between 1990 and 2003, energy use in the commercial/institutional sector rose by 36 percent, or 313.9 PJ (Figure 4.1). As a result, energy-related GHG emissions (including those related to electricity and street lighting) grew by 45 percent, or 21.5 Mt. Without energy efficiency improvements, energy use would have increased by 37 percent between 1990 and 2003, instead of the observed 36 percent.

Health care and social assistance with an energy intensity of 3.1 gigajoules (GJ) per square metre (m^2) in 2003, was the most energy intensive activity type in the commercial/institutional sector. Educational services was the least energy intensive type at 1.3 GJ/m^2.

Figure 4.1 Energy Use, With and Without Energy Efficiency Improvements, 1990 and 2003 (petajoules)

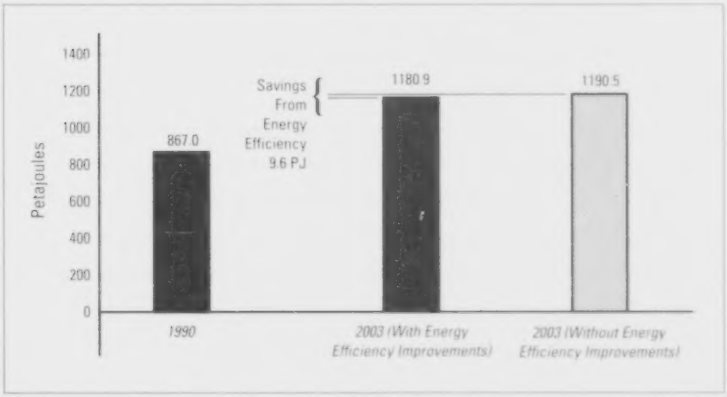
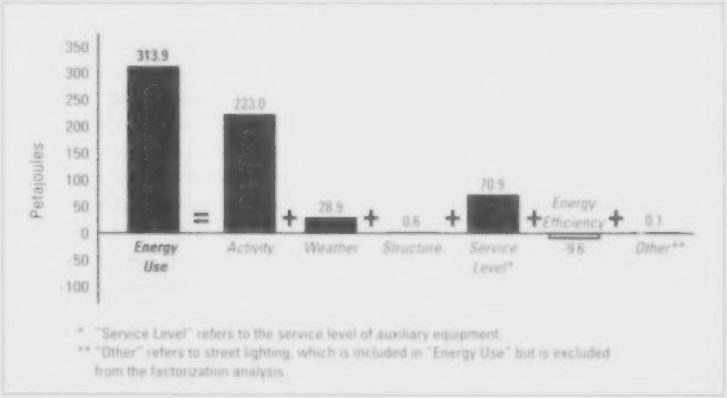


Figure 4.2 shows the various factors influencing changes in energy use and related GHG emissions:

- a 25 percent increase in activity (floor space), a by-product of growth in the Canadian economy,[1] led to an increase of 223.0 PJ in energy use and 13.1 Mt in GHG emissions;
- the winter in 2003 was colder than in 1990, and the summer was warmer than average. As a result, energy demand in the commercial/institutional sector for space conditioning increased by 28.9 PJ; GHG emissions rose by 1.7 Mt;
- structural changes in the sector (the mix of activity types) increased energy use by 0.6 PJ, which resulted in only a marginal change in GHGs;
- an increase in the service level of auxiliary equipment, or the penetration and usage rates of office equipment (e.g. computers, fax machines and photocopiers), led to a 70.9 PJ increase in energy use and a 4.2 Mt increase in GHG emissions; and
- improvements in the energy efficiency of the commercial/institutional sector saved 9.6 PJ of energy and 0.6 Mt of GHG emissions.

[1]There is often a delay of two to three years between the decision to build (determined by economic conditions at that time) and the physical completion of new floor space.

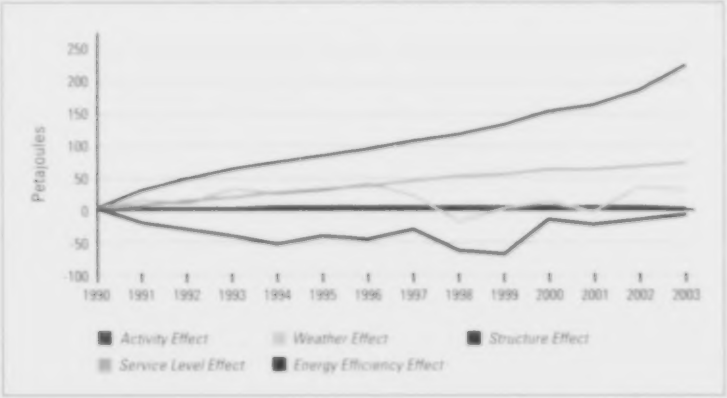
Figure 4.2 Impact of Activity, Weather, Structure, Service Level and Energy Efficiency on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)



* "Service Level" refers to the service level of auxiliary equipment.
** "Other" refers to street lighting, which is included in "Energy Use" but is excluded from the factorization analysis.

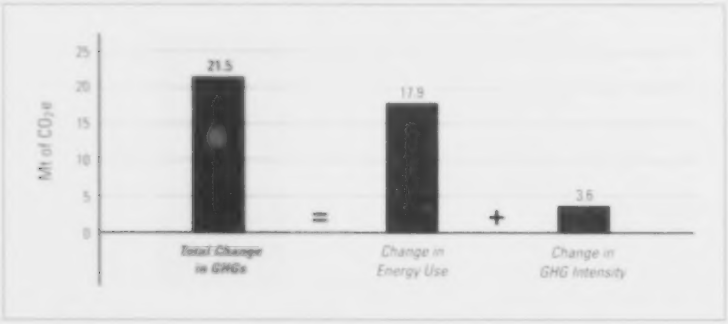
Figure 4.3 shows the effects of activity, weather, structure, service level and energy efficiency on energy use. The impact of structural changes was marginal and there were no clearly defined climate-based trends. Steady increases in activity and, to a lesser degree, service level contributed most to increases in energy use between 1990 and 2003. Energy efficiency has slowed down this rate of increase, but since 1999, this offset has been getting smaller. In the early part of the period, fuel switching away from oil towards natural gas helped to improve energy efficiency. After 1999, due to sharp increases in natural gas prices, there has been some fuel switching back towards light fuel oil, reversing some of these earlier efficiency gains. A spike in heavy fuel oil use between 2002 and 2003 has further contributed to this decline in energy efficiency.

Figure 4.3 Changes in Energy Use Due to Activity, Weather, Structure, Service Level and Energy Efficiency, 1990–2003 (petajoules)



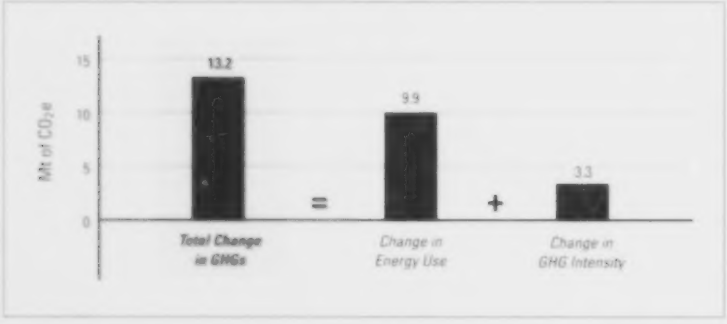
As illustrated in Figure 4.4, the commercial/institutional sector recorded a 45 percent, or 21.5 Mt, increase in GHG emissions, including those related to electricity, between 1990 and 2003. Most of the increase was due to higher energy consumption, though a rise in GHG intensity (caused by an increase in the use of heavy fuel oil) also contributed. Despite a decrease in the electricity share during the analysis period, a higher GHG intensity in electricity production contributed to the increase in GHG intensity in the commercial/institutional sector.

Figure 4.4 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Including Electricity-Related GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



When electricity-related GHG emissions are excluded, GHG emissions were 51 percent, or 13.2 Mt, higher in 2003 than in 1990 (Figure 4.5). The increase in GHG intensity was due to a shift towards heavy fuel oil in the energy mix.

Figure 4.5 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Excluding Electricity-Related Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



The Energy and GHG Benefits of Rooftop Gardens

A green roof or rooftop garden, where vegetation is grown on the roof, helps to reduce the heating and space cooling requirements for the building. In Europe, green roofs are an accepted technology that has been used for 20 years. For example, to promote the rooftop garden concept in Germany,[2] more than 40 percent of cities offer incentives to home and building owners. In Canada, however, the idea is fairly new and these types of roofs are less common.

The green roof technology is very flexible. It can be adapted to different climates[1] and is suitable for all types of buildings (i.e. residential, commercial and industrial) where the slope of the roof is up to 40 degrees. There are two types of green roofs: extensive and intensive. The extensive type, which requires little maintenance, involves the installation of a thin layer of soil to support vegetation (e.g. grasses) with a surface root system. The intensive type has a thicker layer of soil that can sustain a variety of plants including trees and bushes, making it ideal for garden terraces and other public areas. An intensive green roof requires an irrigation and drainage system; therefore, plans for an intensive green roof must be incorporated into the initial building design. Retrofitting a building with such a roof, after construction, would be too costly. An extensive roof, on the other hand, can be added onto an existing building.

To quantify the benefits of the green roof technology, the Institute for Research in Construction, a part of the National Research Council Canada (NRC), conducted a study using an NRC experimental facility in Ottawa with a rooftop area of ~2 square metres (m^2). The area was divided into two parts: an extensive green roof was installed on one side, while the other side served as a reference for the experiment and was left unchanged. Table 4.1 summarizes the results of the project.

Table 4.1 Comparison of Heat Flows in a Green Roof and a Reference Roof, NRC, Ottawa, 2000–2002

	Reference Roof	Green Roof	Reduction (%)
Heat Gain	19.3 kWh/m^2	0.9 kWh/m^2	95
Heat Loss	44.1 kWh/m^2	32.8 kWh/m^2	26
Total Heat Flow	**63.4 kWh/m^2**	**33.7 kWh/m^2**	**47**

Source: Baskaran, B. and K. Liu, "Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation," NRC, Institute for Research in Construction, NRCC-46412, 2003.

[1] Tremblay, Marie-Christine, "Tendance : la toiture-jardin," www.decormag.com/decormag/client/fr/Chroniques/DetailNouvelle2.asp?idNews=2925&idSM=219, downloaded December 2004.

[2] SOPREMA, an international corporation specializing in the fabrication of plastomeric polymer-bitumen waterproof membranes for construction, civil engineering and environmental protection, "SOPRANATURE: Nature Rules the Roof," greenbuilding.ca/soprema/sopran-e.htm, downloaded December 2004.

The extensive green roof was very effective at reducing heat gain in the summer and spring by providing shading, insulation and evaporative cooling (moisture in the soil), which greatly improved energy efficiency. In the fall and early winter, by providing additional insulation, the green roof helped to reduce heat loss; however, once the ground froze and snow cover on the roof was established, there was little difference in energy efficiency performance between the two roofs. Overall, green roof technology reduces energy use and related GHGs for heating and air conditioning; however, as indicated in the study, the potential for energy savings from green roofs is greatest in areas with warmer weather.[4]

In addition to saving energy, a green roof protects a building's roof from the damaging effects of heat, reduces maintenance costs and may extend the service life of the roof underneath. Further, if enough green roofs are installed, they help to mitigate the effects of the "urban heat island," a dome of hot, polluted air covering an urban area that traps heat and raises outdoor air temperatures. According to Environment Canada, if 6 percent of existing rooftops in Toronto had green roofs, summer temperatures in that city would drop by 1° to 2°C. The NRC estimates that a 1°C drop in the urban heat island effect would result in a 5 percent decline in electricity demand per year for air conditioning and refrigeration, which would reduce energy expenditures by about $1 million.[5] Finally, the vegetation on green roofs filters and cleans ambient air and, of course, improves the aesthetic appeal of the immediate area.

Like any new technology, there are drawbacks to installing a green roof. Cost is one issue. Installation costs depend on a number of factors, including soil thickness, type of vegetation, as well as the choice of an irrigation and drainage system. For example, an extensive roof with an impermeable membrane and an irrigation system would cost[6] between US$129–258 per m^2 (US$12–24 per square foot [sq. ft.]), but prices vary. The green roof on the mixed-use Waterfall[7] Building in Vancouver was built in 2000–2001 at a cost of C$538,500, or about C$1615 per m^2 ($150 per sq. ft). The roof supports both intensive and extensive types of vegetation.

[4] Baskaran, B. and K. Liu, "Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation," NRC, Institute for Research in Construction, NRCC-46412, 2003.
[5] National Research Council Canada, "Government of Canada Reveals Major Greenhouse Gas Reductions and Air Quality Benefits from Widespread Use of 'GreenRoofs,'" Newsroom at www.nrc-cnrc.gc.ca/newsroom/news/2002/green02-print_e.html), 9 October 2002.
[6] Green Roofs for Healthy Cities, "About Green Roofs," www.greenroofs.org/index.php?page=aboutgreen, downloaded December 2004.
[7] Canada Mortgage and Housing Corporation, "Waterfall Building Green Roof Case Study," www.cmhc-schl.gc.ca/en/imquaf/himu/buin_019.cfm, downloaded February 2005.

continued

continued

The risk of and associated repair costs due to water infiltration are another drawback of rooftop gardens. When there is a leak, it may not be noticed right away, which increases the risk of damage to the roof. Once detected, it can be difficult to locate the source of the problem, again raising the cost of repairs. These problems could be averted with the installation of an infiltration detection system, which would facilitate the detection and location of leaks, and a high-resistance waterproofing system, which would minimize the risk of a leak in the first place.[5]

The proportion of green roofs in Canada is still low compared with Europe, but there are a few scattered across the country:[6] the Novotel Hotel in Montréal, the Vancouver Library, and the head office of Ducks Unlimited in Winnipeg. Some commercial and residential green roof projects are underway, including 20 or so in the province of Quebec.

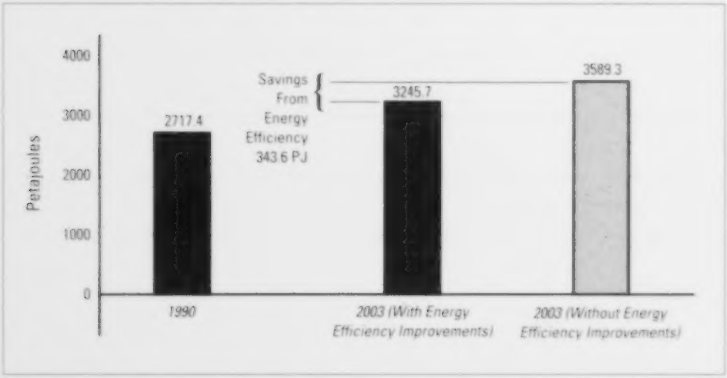
[5]Claudine Léger – roof and waterproofing specialist, 18th Conference of the Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie, Sherbrooke, April 2004, downloaded from aqme.org/pros2003/activite/Congres/Congres18_2004/Conferences/ Claudine_Leger.pdf.
[6]Laroche, Dany et al., "Les toits verts aujourd'hui, c'est construire le Montréal de demain," [By building green roofs today, we are building the Montreal of tomorrow], Brief presented to the Office de consultation publique de Montréal, June 2004, downloaded from www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/41/8aa.pdf.

Chapter 5
Industrial Sector

Definition: The Canadian industrial sector includes all manufacturing industries, all mining activities, forestry and construction.

Between 1990 and 2003, industrial energy use increased by 19 percent, or 528.3 PJ (Figure 5.1). As a result, industrial energy-related GHGs (including those related to electricity) increased by 19 percent, or 27.2 Mt. Without improvements in energy efficiency, energy use would have increased by 32 percent between 1990 and 2003, instead of the observed 19 percent.

Figure 5.1 Energy Use, With and Without Energy Efficiency Improvements, 1990 and 2003 (petajoules)

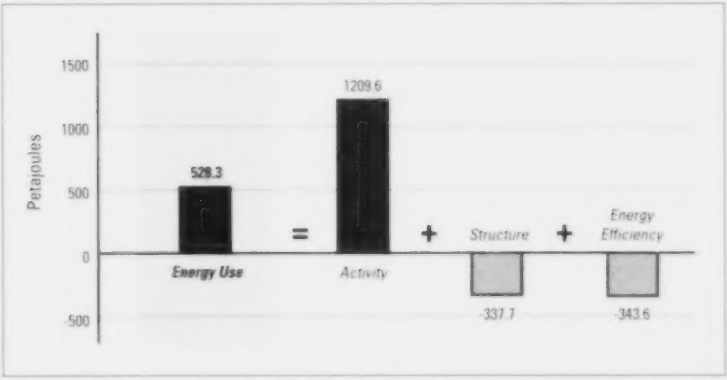


The pulp and paper industry accounted for 26 percent of sectoral energy use in 2003. Yet, due to the large share of biomass in the fuel mix, it was responsible for only 14 percent of energy-related GHG emissions.

As Figure 5.2 indicates, the following influenced the change in energy use and related GHGs:

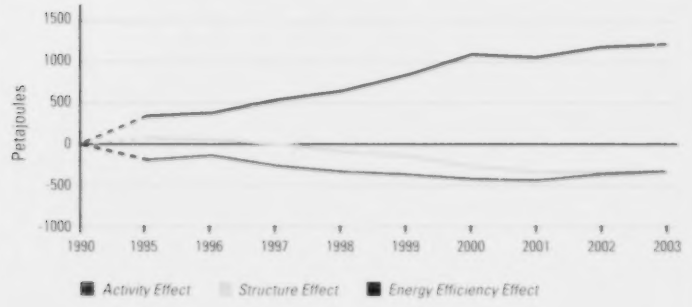
- a 45 percent increase in industrial activity (i.e. a mix of GDP, gross output and production units) resulted in a 1209.6 PJ increase in energy use and a corresponding 62.9 Mt increase in GHG emissions;
- structural changes in the industrial sector; specifically, a relative decrease in the activity share of energy intensive industries helped the sector to reduce its energy use and GHG emissions by 337.7 PJ and 17.6 Mt, respectively. Note that industries that consume more than 6 MJ per dollar of GDP (e.g. pulp and paper, petroleum refining and lime) represented 42 percent of industrial activity in 1990, but accounted for 25 percent in 2003; and
- improvements in the energy efficiency of the industrial sector avoided 343.6 PJ of energy use and 17.9 Mt of GHG emissions.

Figure 5.2 Impact of Activity, Structure and Energy Efficiency on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)



Between 1990 and 2003, the impact of activity on energy use in the industrial sector increased substantially (Figure 5.3). Between 1995 and 2003, activity increased in all years except 2001, when Canadian industry faced an economic downturn. From 1995 to 2003, energy efficiency worked as an offset to the increase in energy use due to activity; however, this offset has been eroding since 2001. Between 2000–2003, increases in energy intensity in industries such as upstream mining and smelting and refining (excluding aluminum) have masked the progress made by other industries, helping to explain this decline in energy efficiency. Other contributing factors include a shift towards fuels such as biomass that require more input energy to achieve the same amount of useful energy and lower levels of capacity utilization in the sector as a whole (see text box on page 31). The structure effect shows that growth in Canadian industry favoured energy intensive industries until 1997, when a shift towards less energy intensive industries helped to offset increases in energy use due to activity.

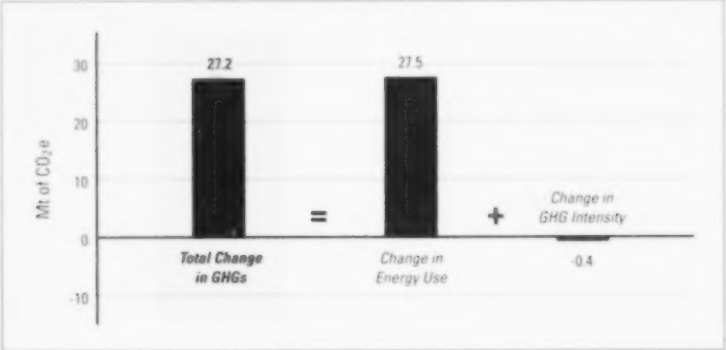
Figure 5.3 Changes in Energy Use Due to Activity, Structure and Energy Efficiency, 1990–2003* (petajoules)



* For the 2001 reporting year, the Industrial Consumption of Energy Survey was converted to NAICS. Statistics Canada, at the request of the OEE, revisited the historical series and developed NAICS-based industrial data for 1990 and 1995 to 2000. NAICS-based data for many industries are not currently available for 1991 to 1994, hence the gap in the analysis for this period.

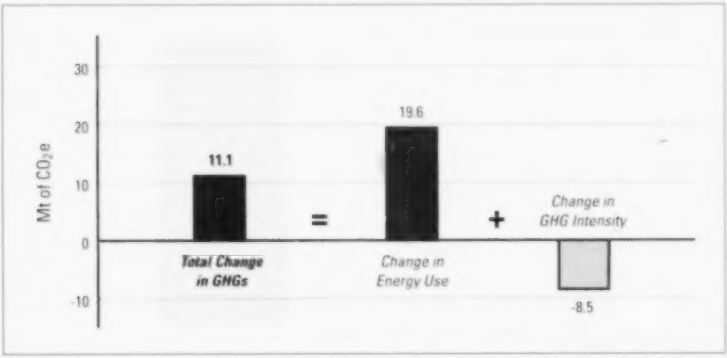
As Figure 5.4 shows, GHG emissions from the industrial sector, including GHGs related to electricity, were 19 percent, or 27.2 Mt, higher in 2003 than in 1990. This increase in GHGs was driven mainly by higher energy consumption. The change in GHG intensity was small because fuel switching towards less GHG intensive fuels in the industrial sector was offset by a higher GHG intensity in electricity production.

Figure 5.4 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Including Electricity-Related GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



When GHG emissions related to electricity are excluded, GHG emissions increased by 11 percent, or 11.1 Mt, between 1990 and 2003 (Figure 5.5). The relative increase in the use of biomass and declines in the use of heavy fuel oil, coke and coke oven gas led to a 7 percent decrease in GHG intensity between 1990 and 2003.

Figure 5.5 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, Excluding Electricity-Related GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



The Impact of Capacity Utilization on Energy Use

Capacity utilization measures the extent to which an industry is using its existing production capacity. Measured as a percentage of actual output compared with potential output, capacity utilization varies with production levels. In general, increases in capacity utilization are linked with decreases in energy intensity (energy per unit of output). This is because higher production in an existing facility allows the firm to utilize its resources more efficiently.

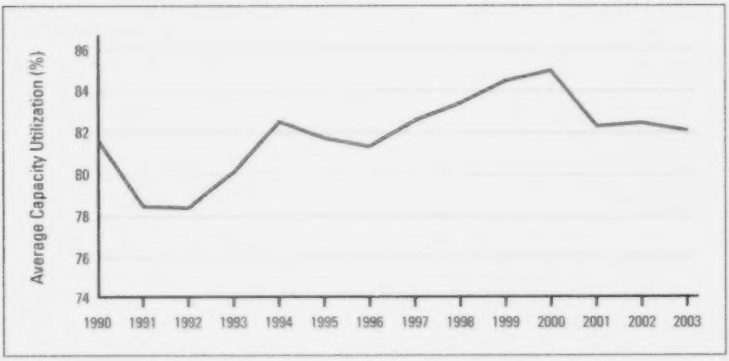
Energy use in a factory can be divided into two parts. First there is the fixed component to energy use, which does not change with production levels. It includes items such as space heating or lighting on a factory floor. It also includes equipment, such as blast furnaces, which consume a certain amount of energy even when not producing output. The variable component of energy use increases with production levels and includes such things as running production equipment more hours or bringing back into service older machines. In the short run, to meet increased demand for its products, the facility will utilize more of its available capacity. Variable energy use will increase at the same rate or slightly faster than production (older machines can be less efficient than newer models), whereas the fixed portion of energy will be spread out over more output. As a result, energy use should grow more slowly than production levels, lowering energy intensity.

Figure 5.6 displays the average capacity utilization rates for the industrial sector. Note that as the actual output increases towards the theoretical potential output of the existing facilities, capacity utilization levels approach 100 percent. Conversely, when production levels are reduced in existing facilities, capacity utilization falls. From a low in 1991-1992 of 78 percent (due to a recession), capacity utilization levels for industry have been trending upwards, peaking in 2000 at about 85 percent. In 2001, because of an economic slowdown, there was a relatively large decrease in the capacity utilization rate for industry. Rates remained at this level through 2003.

continued

continued

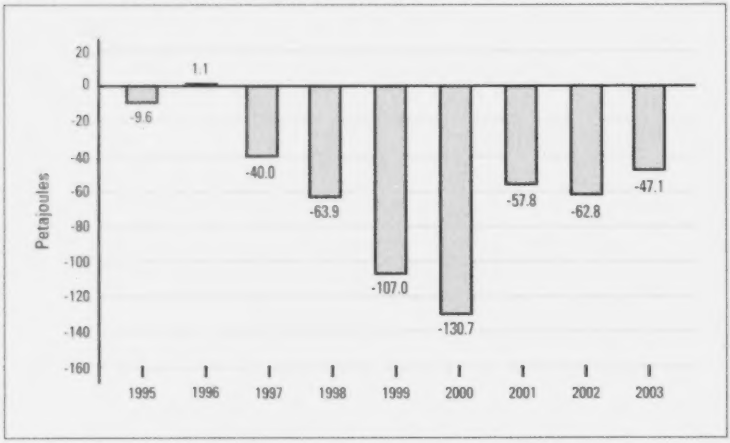
Figure 5.6 Average Capacity Utilization for the Industrial Sector, 1990–2003 (percent)



Source: Statistics Canada, *Canadian Economic Observer: Historical Statistical Supplement*, Ottawa, July 2004 (Cat. No. 11-210-XIB).

A factorization analysis was used to isolate the impact of increases in capacity utilization on changes in energy use relative to 1990 for the period 1995 to 2003 (see Figure 5.7). The findings support the hypothesis outlined earlier in this analysis – increases in capacity utilization have helped to significantly reduce energy use in the industrial sector. Consider, in 2000, when capacity utilization was at its peak, a 3 percentage point increase in capacity utilization since 1990 reduced energy use by 130.7 PJ (assuming all other factors were held constant). Energy savings associated with increases in capacity utilization fluctuate from year to year, illustrating how quickly firms can adjust their production levels. For example, between 1999 and 2000, an additional 23.7 PJ of energy were saved because of incremental capacity utilization. But between 2000 and 2001, the slowing economy lowered levels of production, reducing energy savings from economies of scale by 72.8 PJ.

Figure 5.7 Impact of Changes in Capacity Utilization on Energy Use Since 1990, 1995–2003 (petajoules)



Source: Calculated using information from Natural Resources Canada's Industrial End-Use Model.

In the current factorization methodology, the impact of capacity utilization is included in the measurement of the energy efficiency effect. In 2003, changes in capacity utilization accounted for about 14 percent of energy efficiency gains in the sector.

Chapter 6
Transportation Sector

Definition: The transportation sector includes activities related to the transport of passengers and freight by road, rail, marine and air. It also includes off-road vehicles, such as snowmobiles and lawn mowers.

Non-commercial airline aviation and off-road energy use are included in total transportation figures. However, they are not related to the movement of either freight or passengers and, as such, are not included in the factorization analysis.

Overview

Between 1990 and 2003, the amount of energy used by the transportation sector increased by 26 percent, from 1877.9 PJ to 2361.3 PJ. As a result, energy-related GHGs rose by 25 percent, from 135.0 Mt to 168.8 Mt.

As shown in Figure 6.1, passenger transportation was the transportation sub-sector that consumed the most energy in 2003 with 56 percent, while freight transportation accounted for 40 percent and off-road vehicles accounted for 4 percent. In terms of growth (Figure 6.2), however, freight transportation was the fastest growing sub-sector, accounting for 56 percent of the change in energy use for total transportation. Of interest, light and heavy trucks, with a combined increase of 404.2 PJ, represented 84 percent of all transportation energy growth.

Figure 6.1 Distribution of Transportation Energy Use by Sub-Sector, 2003 (percent)

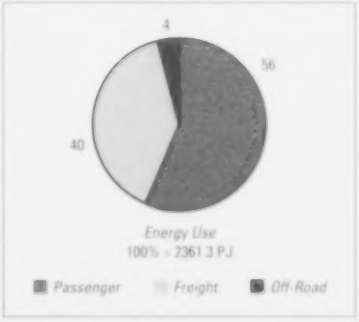
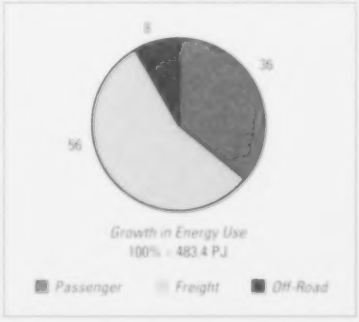


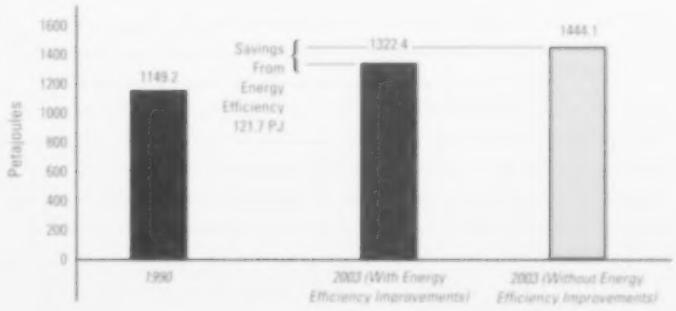
Figure 6.2 Changes in Transportation Energy Use by Sub-Sector, 1990–2003 (percent)



Passenger Transportation

As shown in Figure 6.3, the amount of energy used for passenger travel increased by 15 percent, rising from 1149.2 PJ in 1990 to 1322.4 PJ in 2003. Likewise, energy-related GHG emissions increased by 14 percent, from 81.9 Mt to 93.5 Mt.[1] Without energy efficiency improvements, energy use would have increased by 26 percent between 1990 and 2003, instead of the observed 15 percent.

Figure 6.3 Energy Use, With and Without Energy Efficiency Improvements, 1990 and 2003 (petajoules)



This year, a new historical series for car and light truck occupancy rates was developed. Since occupancy rates are critical for calculating passenger-kilometres (the activity variable for passenger transportation), this change has affected the factorization results presented in Figure 6.4. Compared with previous reports, the activity effect is noticeably larger and, as a result, energy efficiency improvements have also increased.

As Figure 6.4 indicates, the following influenced the change in energy use and related GHGs:

- a 27 percent increase in passenger-kilometres travelled resulted in a 289.2 PJ increase in energy use and a corresponding 20.4 Mt increase in GHG emissions. Light truck and air transportation led growth in passenger-kilometres, with respective increases of 73 percent and 52 percent during the analysis period.

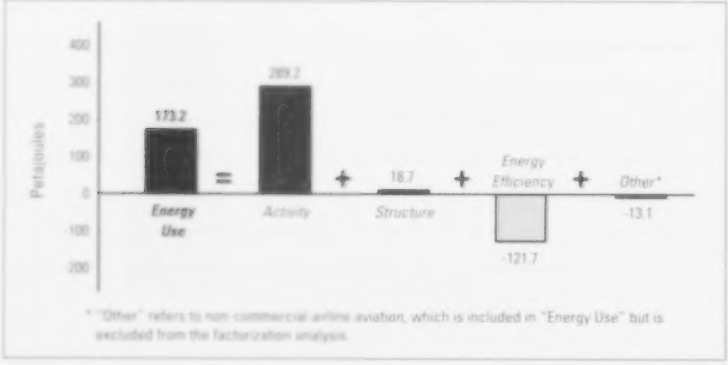
[1] This includes GHG emissions related to electricity use. Electricity accounts for only 0.2 percent of total passenger transportation energy use and is used, for the most part, for urban transit.

- changes to the mix of transportation modes, or the relative shares of passenger-kilometres held by air, rail and road, are used to measure changes in structure. The popularity of minivans and sport utility vehicles (SUVs) has considerably increased the activity share of light trucks compared to other modes, resulting in a 18.7 PJ increase in energy consumption and a 1.3 Mt increase in related GHG emissions; and

If horsepower in car engines had stayed at 1990 levels, today's models would be about 33 percent more efficient, saving owners more than $400 per 20,000 kilometres in fuel costs.

- improvements in the overall energy efficiency of passenger transportation saved 121.7 PJ of energy and 8.6 Mt of related GHGs. Despite the increasing popularity of larger and heavier light-duty vehicles with greater horsepower, the light-duty vehicle segment (e.g. cars, light trucks and motorcycles) of passenger transportation helped save 93.6 PJ, while air transportation avoided 23.2 PJ.

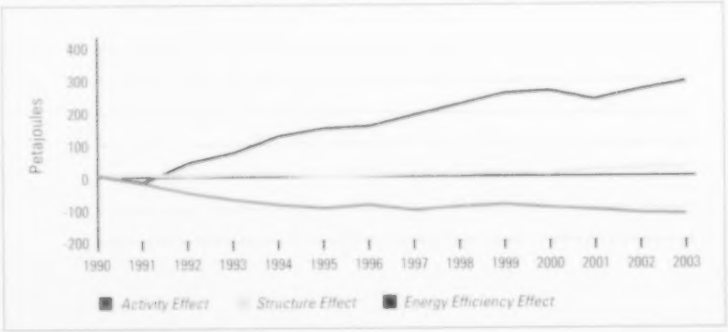
Figure 6.4 Impact of Activity, Structure and Energy Efficiency on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)



* "Other" refers to non-commercial airline aviation, which is included in "Energy Use" but is excluded from the factorization analysis.

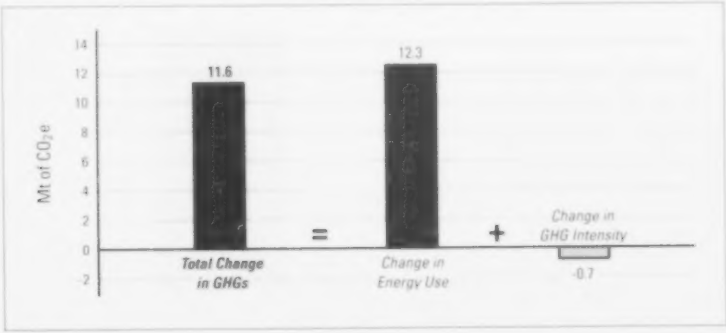
Figure 6.5 shows the evolution of passenger transportation activity, structure and energy efficiency on changes in energy use over the 1990–2003 period. Activity has been the principal reason for increased energy use in the passenger transportation sub-sector. The impact of structure (changes in the share of passenger-kilometres attributed to each mode) was also positive – due to more light truck passenger-kilometres – but smaller than that of activity. Due to the stabilization of lab-tested fuel consumption (litres per 100 kilometres [L/100 km]) for new cars and light trucks since 1985, energy efficiency improvements have changed little since about 1994.

Figure 6.5 Changes in Energy Use Due to Activity, Structure and Energy Efficiency, 1990–2003 (petajoules)



As Figure 6.6 shows, GHG emissions from passenger transportation were 14 percent, or 11.6 Mt, higher in 2003 than in 1990. This increase was driven mostly by increases in energy consumption, as the GHG intensity of the energy used decreased only slightly over the period.

Figure 6.6 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)

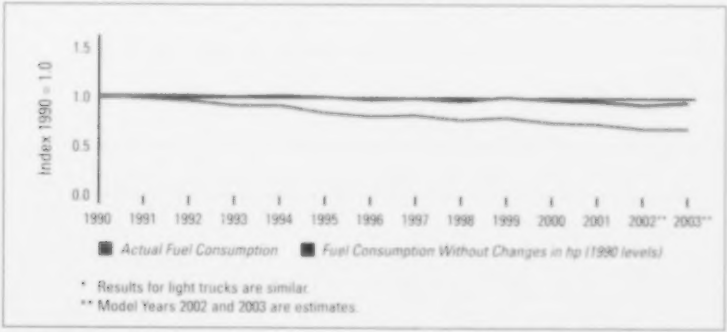


The Role of Fuel Consumption[2] in Choosing a Personal Vehicle

When consumers are choosing a new personal vehicle for purchase or lease, they consider a variety of factors, including performance, comfort, security, price and fuel consumption. Over the last decade, consumers have shown a strong preference for high-performance vehicles. In response, the automotive industry has traded off fuel consumption improvements in new vehicles for more powerful engines. As a result, the average horsepower (hp) of cars produced for the Canadian market increased by 32 percent, growing from 118 hp in the 1990 model year to 156 hp in the 2003 model year.

Lab-tested fuel consumption for cars stayed relatively stable between the 1990 and 2003 model years, improving by about 6 percent (8.1 L/100 km to 7.6 L/100 km). If performance levels (i.e. horsepower) in cars had stayed at 1990 levels, but all other features had evolved in the same way, then today's cars would be about 33 percent more efficient (see Figure 6.7) than current levels.

Figure 6.7 Fuel Consumption for Cars, With and Without Changes in Horsepower in the 1990 to 2003 Model Years* (index 1990 = 1.0)



* Results for light trucks are similar.
** Model Years 2002 and 2003 are estimates.

Source: Transport Canada, *Vehicle Fuel Economy Information System 1979-2001*, Ottawa, October 2003.

[2] In this analysis, fuel consumption refers to how many litres a vehicle will consume to travel 100 kilometres.

continued

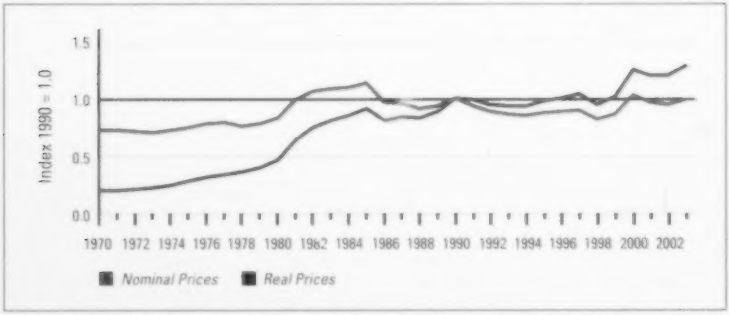
continued

Will fuel consumption become more important than performance to Canadians who are buying vehicles? That remains to be seen – the 2001 and 2002 Canadian Automobile Association (CAA) Vehicle Ownership Surveys[1] ranked reliability, performance and price as the three most important factors considered by consumers when choosing a car. Fuel consumption was ranked fourth in both survey years. This is encouraging, but further analysis shows that this high rating from consumers had more to do with a desire to reduce operating costs than concerns over the environment. In a 2002 Ipsos-Reid survey commissioned by Natural Resources Canada,[2] environmental concerns played only a small part in the decision to purchase or lease a new vehicle. One reason for this is Canadians do not seem to realize the effect that reducing their own fuel consumption has on total Canadian GHG emissions.

Fuel consumption first became important to consumers during the two oil shocks of the 1970s. Nominal gasoline prices, not adjusted for inflation, increased by 130 percent between 1979 and the peak in 1985 (see Figure 6.8). This led consumers to consider compact cars with smaller engines (4 cylinders instead of 6 or 8), which had lower operating costs (see Figure 6.9). These vehicles were first offered by Japanese carmakers, but North American manufacturers soon followed. However, as soon as gasoline prices stabilized in 1986, a strong consumer preference for performance and V6 engines re-emerged (Figure 6.9). There was also a marked shift towards larger vehicles. The minivan, which displaced large cars such as the station wagon, was introduced in 1987 and, shortly afterwards, the SUV began to increase in popularity. During the 1990s, stable gasoline prices kept operating costs low; as a result, to please consumers, manufacturers continued to sacrifice fuel consumption improvements in newer models for size and increased performance.

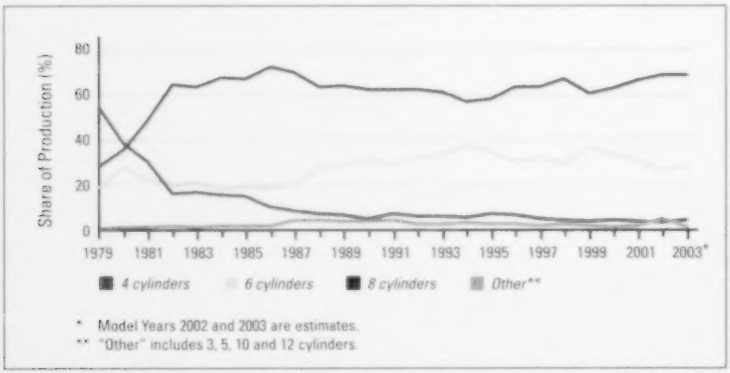
[1] Canadian Automobile Association, "Vehicle Ownership Survey Results," 2002 survey, downloaded from www.caa.ca/e/automotive/vos-results.shtml on 18 January 2005. Desrosiers Automotive Consultants Inc., "The Need for Dialogue: A Perspective on Vehicle Safety," 2001 CAA survey, downloaded from www.desrosiers.ca/drobservations2002.html on 18 January 2005.
[2] Ipsos-Reid Corporation, *New Vehicle Owners/Lessors – Vehicle Purchase/Lease Behaviour*, preliminary report produced for Natural Resources Canada, 2003, p. 62.

Figure 6.8 Real and Nominal Motor Gasoline Prices, 1970–2003 (index 1990 = 1.0)



Source: Statistics Canada, *Energy Statistics Handbook*, Ottawa, August 2004 (Cat. No. 57-601-XIE) and Informetrica Limited, *TI Model and National Reference Forecast*, Ottawa, January 2005.

Figure 6.9 Number of Engine Cylinders in New Canadian Cars for the 1979 to 2003 Model Years (percent)



Source: Transport Canada, *Vehicle Fuel Economy Information System 1979–2001*, Ottawa, October 2003.

continued

continued

This trend towards more fuel intensive vehicles, however, is being countered by other factors. To address environmental and air quality concerns, several countries have, in recent years, implemented fuel consumption standards or GHG emissions targets for new vehicles. This has stimulated the development of a variety of new technologies such as electric and hybrid-electric vehicles, which are being introduced to the Canadian market. As well, since 2000, rising fuel prices, which make it more expensive to own and operate bigger, more fuel intensive vehicles, have forced consumers to re-evaluate their vehicle preferences. According to the above-mentioned Ipsos-Reid survey, once consumers have chosen a category or type of vehicle, they become more concerned about fuel consumption. It appears that some consumers are willing to pay a premium for efficient vehicles and lower emissions fuels (such as ethanol and biodiesel) as long as there is no compromise on reliability, comfort or performance.

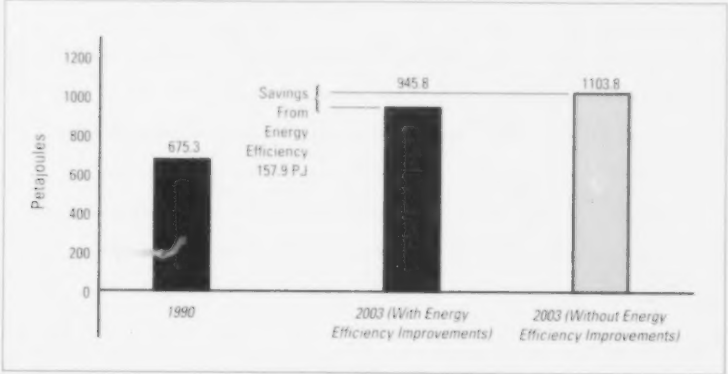
Freight Transportation

The freight sub-sector in Canada includes four modes: road (trucks), rail, marine and air. In 2003, road transportation accounted for 80 percent of the energy used by freight transportation, followed by marine at 11 percent, rail at 8 percent and air at 1 percent. Of the total GHG emissions from freight transportation, road produced 79 percent; marine, 11 percent; rail, 8 percent; and air, 1 percent.

In freight transportation, the share of energy use for trucks increased from 71 to 80 percent between 1990 and 2003. Overall, freight truck energy use (281.0 PJ) grew more than energy use for the freight sub-sector as a whole (270.5 PJ).

Between 1990 and 2003, energy use by freight transportation increased by 40 percent, or 270.5 PJ (Figure 6.10). As a result, energy-related GHGs produced by freight transportation were 40 percent, or 19.5 Mt, higher in 2003 than in 1990. Without energy efficiency improvements, energy use would have increased by 63 percent between 1990 and 2003, instead of the observed 40 percent.

Figure 6.10 Energy Use, With and Without Energy Efficiency Improvements, 1990 and 2003 (petajoules)



As Figure 6.11 indicates, the following influenced the change in energy use and related GHGs:

- a 46 percent increase in activity (the number of tonne-kilometres moved) was spurred by free trade and the deregulation of the trucking and rail industries. Increased activity resulted in a 302.8 PJ increase in energy use and a corresponding 22.1 Mt increase in GHG emissions;
- changes in the structure of freight transportation (shifts in activity between modes) – specifically, an increase in the share of freight moved by heavy trucks relative to other modes – was due to growth in international trade and customer requirements for just-in-time delivery. These changes resulted in the sub-sector using an additional 125.7 PJ of energy and emitting 9.2 Mt more GHGs; and
- improvements in the energy efficiency of freight transportation led to savings of 157.9 PJ of energy and 11.5 Mt of GHGs. Most of the improvements in freight energy efficiency occurred in heavy trucks and rail.

Figure 6.11 Impact of Activity, Structure and Energy Efficiency on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)

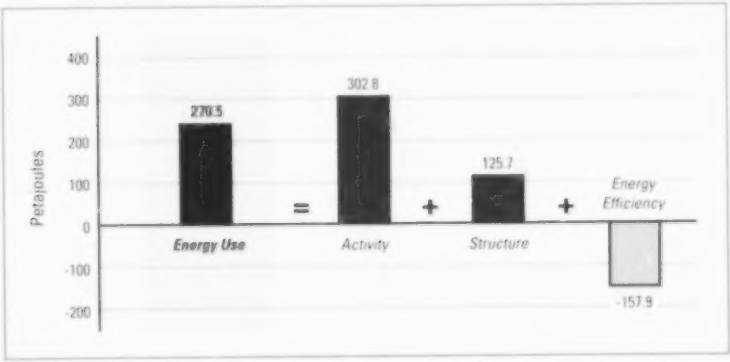
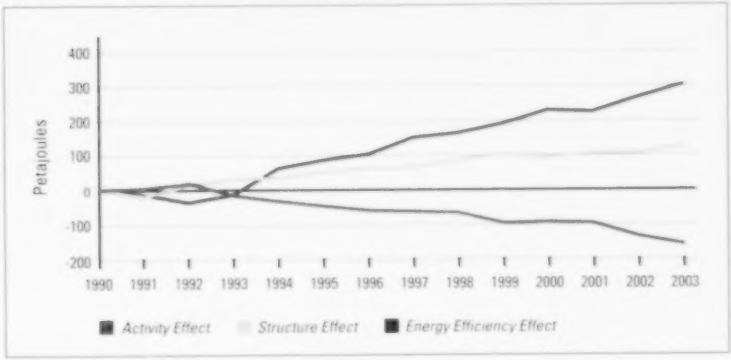


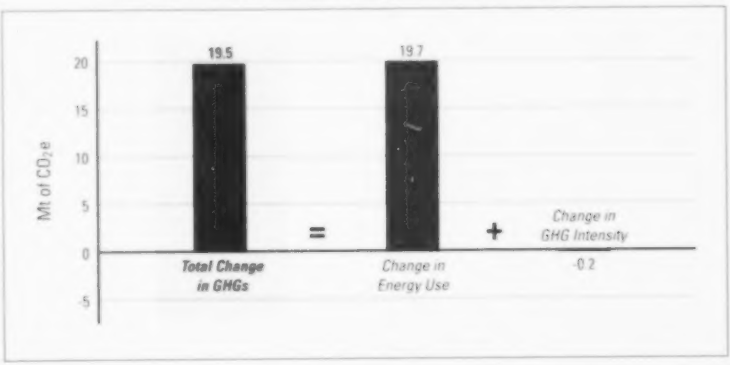
Figure 6.12 shows the evolution of freight transportation activity, structure and energy efficiency on changes in energy use over the 1990–2003 period. Though partially offset by significant improvements in energy efficiency, the steady growth in freight activity and the increased use of heavy trucks to move goods (structure) resulted in an increase in energy use by the freight sub-sector over the period.

Figure 6.12 Changes in Energy Use Due to Activity, Structure and Energy Efficiency, 1990–2003 (petajoules)



Increased energy consumption resulted in higher GHG emissions from freight transportation. This result is almost entirely due to increased energy consumption, since the GHG intensity of the energy used decreased only slightly over the period. As Figure 6.13 shows, GHG emissions from freight transportation were 40 percent, or 19.5 Mt, higher in 2003 than in 1990.

Figure 6.13 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)

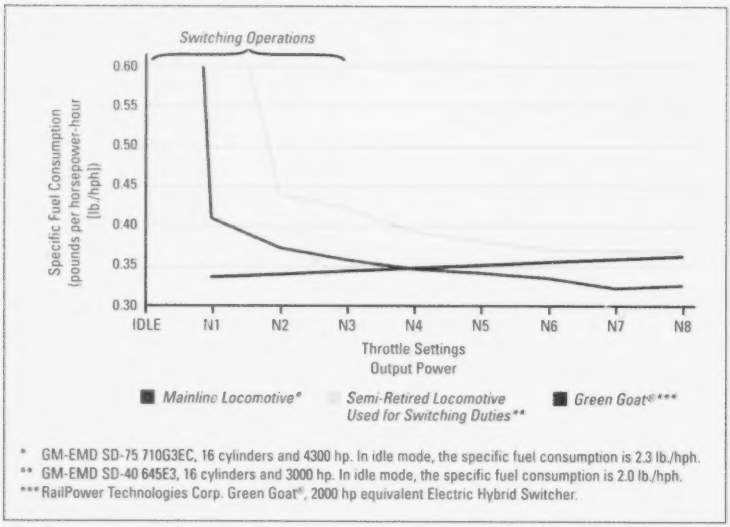


Freight Locomotives: Applications for Hybrid Technology

The Canadian freight rail mode has made significant improvements in energy intensity since 1990. Intensity declined from 0.34 to 0.22 megajoules per tonne-kilometre, or 35 percent, between 1990 and 2003. However, opportunities exist to reduce energy consumption even further. New technologies such as hybrid-electric locomotives, which would reduce energy consumption and related GHG emissions, may have practical applications in rail.

A locomotive typically has eight notches (throttle settings such as gears or speeds). Specific notches are suitable for specific tasks. For example, when hauling goods from point A to B, a train requires speed, so it operates in higher notches. In the switching yards, however, where trains are assembled (cars attached to a locomotive) and railway cars are moved from one track to another, a locomotive will spend about 95 percent of its duty cycle idling or in notches one, two or three. Hybrid locomotive technology is well suited to stop-and-go conditions in rail yards. The engine does not idle and is more efficient than a diesel engine when a locomotive is operating in lower notches (see Figure 6.14).

Figure 6.14 Locomotive Fuel Consumption Characteristics by Throttle Setting and Engine



* GM-EMD SD-75 710G3EC, 16 cylinders and 4300 hp. In idle mode, the specific fuel consumption is 2.3 lb./hph.
** GM-EMD SD-40 645E3, 16 cylinders and 3000 hp. In idle mode, the specific fuel consumption is 2.0 lb./hph.
*** RailPower Technologies Corp. Green Goat®, 2000 hp equivalent Electric Hybrid Switcher.

Source: Dun, Robert and Peter Eggleton, "Influence of Duty Cycles and Fleet Profile on Emissions from Locomotives in Canada," prepared for Transport Canada's Transportation Development Centre, June 2002, and personal communication with Ray Cousineau, RailPower Technologies Corp., February 2005.

On their own, railway switching operations do not generate revenue, but they do play a key role in assembling shipments so loads get to their destinations in a timely manner. For this task, railway companies can use switcher locomotives, which are designed to be heavy to maximize traction. However, yard operators have been reluctant to pay for new (about US$1.2 million) or remanufactured equipment (about US$750,000) built especially for switching work. Instead, they often take old, semi-retired locomotives with zero capital cost and convert them to switching duties (around US$250,000 to maintain for 8 to 10 years).

RailPower Technologies Corp., a Canadian company, has developed and patented hybrid technology for yard and road switcher locomotives that could change current practice. Hybrid models are remanufactured from existing locomotives. The large diesel engine and generator in a locomotive are replaced with a significantly smaller engine (72–96 percent less horsepower), which charges a large battery stack, while power levels are regulated by an energy management system. A 2000 hp equivalent hybrid yard switcher currently sells for about US$750,000. However, a hybrid switcher has a number of advantages over conventional switchers: providing substantially more tractive power, it can do at least 30 percent more work; it is more reliable so maintenance costs are much lower; and the smaller engine significantly reduces fuel costs. Given these benefits, the capital cost of a hybrid locomotive would be recouped in less than three years.[5]

In addition to being cost-effective, the configuration of RailPower's hybrid locomotive leads to significant reductions in energy use and related GHG emissions, when compared to a locomotive converted to switching duties. RailPower's operating data show that one of their hybrid models (the Green Goat®) has the potential to reduce fuel consumption and related GHG emissions by 40 to 70 percent and to decrease criteria air contaminants, such as nitrogen oxides and diesel particulates, by 80 to 90 percent.[6] Reductions are greatest when switching work is heavy-duty in nature or carried out on an on-going basis. If the stock of 500 switchers in Canada was replaced with hybrid models, it would result in GHG savings of approximately 135.5 kilotonnes per year.[7]

[5] Personal communication with Nigel Horsley, RailPower Technologies Corp., 11 January 2005.
[6] RailPower Technologies Corp., "Hybrid Locomotives: Benefits," www.railpower.com/products_hl_benefits.html, downloaded 18 January 2005, and personal communication with Nigel Horsley, RailPower Technologies Corp., 26 January 2005.
[7] The "hybridized" remanufactured units are assumed to reduce GHG emissions by 271 tonnes per unit per year.

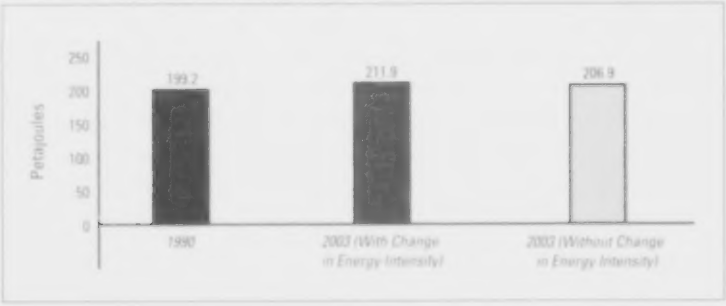
Chapter 7
Agriculture Sector

Definition: The agriculture sector in Canada includes all types of farms, including livestock, field crops, grain and oilseed farms. The agriculture sector also includes activities related to hunting and trapping. The data in this chapter are related to energy used for farm production and include energy use by establishments engaged in agricultural activities and in providing services to agriculture.

The Prairie provinces consumed 52 percent of secondary agriculture energy use in 2003, down from a share of 62 percent in 1990.

Between 1990 and 2003, energy use in the agriculture sector increased by 6 percent, or 12.7 PJ (Figure 7.1). As a result, the sector's energy-related GHGs (including those related to electricity) increased by 9 percent, or 1.2 Mt. Energy efficiency trends are not reported for the agriculture sector due to a lack of sufficiently disaggregated data; instead, trends in energy intensity (the ratio of energy use to activity) are reported.

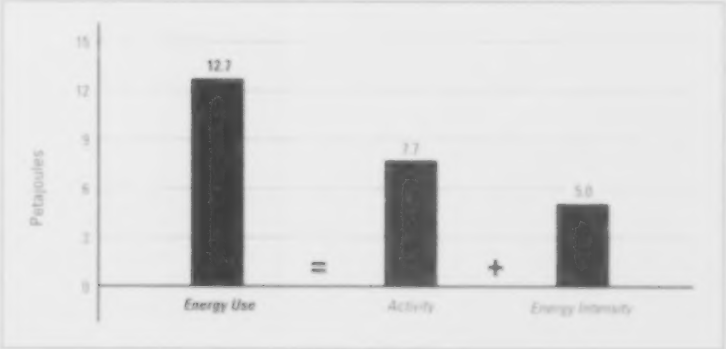
Figure 7.1 Energy Use, With and Without Change in Energy Intensity, 1990 and 2003 (petajoules)



As Figure 7.2 indicates, the following influenced the change in energy use and related GHGs:

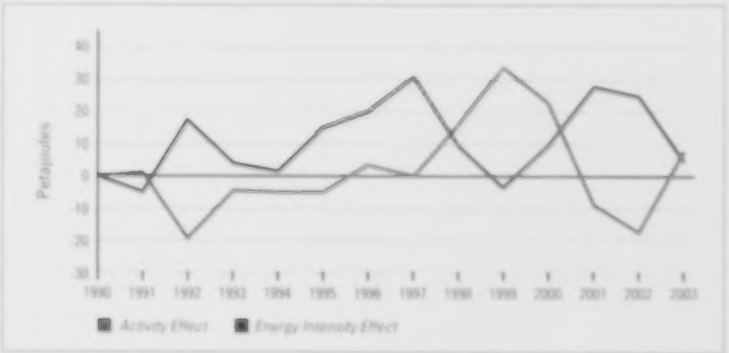
- a 4 percent increase in activity (agriculture GDP in constant 1997 dollars) resulted in a 7.7 PJ increase in energy use and a corresponding 0.5 Mt increase in GHG emissions; and
- a 2 percent increase in the energy intensity of the agriculture sector resulted in a 5.0 PJ increase in energy use and a 0.4 Mt increase in GHG emissions.

Figure 7.2 Impact of Activity and Energy Intensity on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)



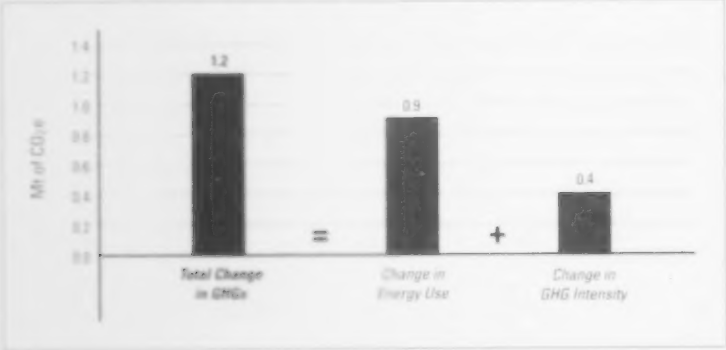
As illustrated in Figure 7.3, there are no clear trends in either activity or energy intensity. In particular, changes in energy intensity appear to be quite volatile, fluctuating sharply from year to year. In 2003, after several years of steady decline, activity rebounded, pulling down energy intensity.

Figure 7.3 Changes in Energy Use Due to Activity and Energy Intensity, 1990–2003 (petajoules)



As Figure 7.4 shows, GHG emissions (including electricity-related GHG emissions) from the agriculture sector were 9 percent, or 1.2 Mt, higher in 2003 than in 1990. This rise was driven by increases in both energy consumption and in the GHG intensity of the energy used. A higher GHG intensity was due to an increase in the GHG intensity of electricity production and a relative increase in the consumption of more GHG-intensive fuels. For example, diesel increased its share of energy use from 36 percent in 1990 to 41 percent in 2003.

Figure 7.4 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)

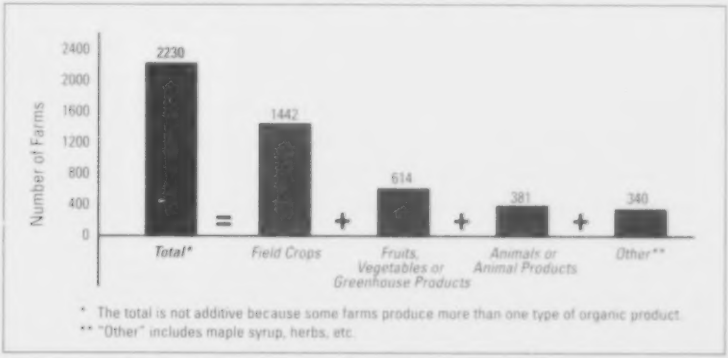


The Energy Use Impacts of Organic Agriculture

Organic agriculture is a farming method that minimizes the use of chemicals in the production process. It aims to produce crops with a high nutritional value and to improve the long-term fertility and sustainability of farmland. Organic farms must meet voluntary standards established by the Canadian General Standards Board, which include, among other principles, halting the use of synthetic pesticides, fertilizers that contain prohibited synthetic substances, and Genetically Modified Organisms.[1]

In Statistics Canada's *2001 Census of Agriculture*, organic farming was surveyed for the first time. It was found that 2230 farms produced at least one type of certified organic agricultural product. Field crops (e.g. grains, oilseeds, etc.) were the most popular category of organic farming, followed by fruits, vegetables or greenhouse products, animal or animal products and other (e.g. maple syrup, herbs, etc.) [see Figure 7.5]. Retail sales in the organic sector have grown 20 percent per year for the past 10 years, and are expected to reach $5.1 billion by 2005.[2] Though the number of organic producers increased by 176 percent between 1992 and 2001,[3] organic farms made up less than 1 percent of total farms in 2001.[4]

Figure 7.5 Number of Certified Organic Farms by Product, 2001



* The total is not additive because some farms produce more than one type of organic product.
** "Other" includes maple syrup, herbs, etc.

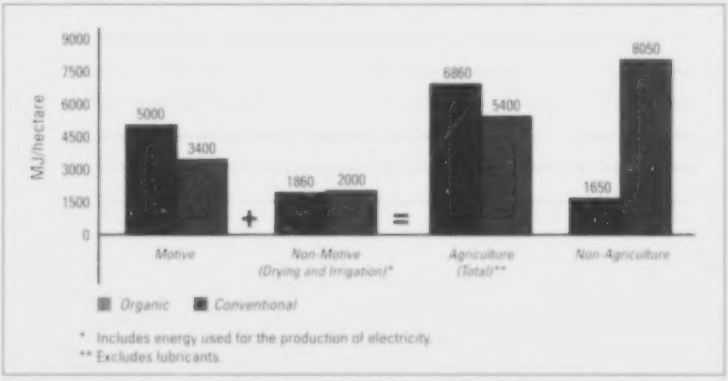
Source: Statistics Canada, *2001 Census of Agriculture*, Ottawa, May 2002 (Cat. No. 95F0301XIE)

[1] Canadian General Standards Board, *Organic Production Systems Part 1: General Principles*, Ottawa, June 2004.
[2] Agriculture and Agri-Food Canada, "Canada's Agriculture, Food and Beverage Industry, Canada's Organic Industry," Factsheet Series, ats-sea.agr.gc.ca/supply/3313_e.htm, downloaded November 2004.
[3] Organic Agriculture Centre of Canada, "Organic Statistics 2003," www.organicagcentre.ca/DOCs/CANADA%20Organic%20Stats%202003.pdf, downloaded November 2004.
[4] Agriculture and Agri-Food Canada, downloaded November 2004.

On organic farms, when the use of synthetic pesticides and fertilizers is halted, the land may be tilled more intensively, with additional crop rotations to control weeds. This has implications for energy use, as tractors and other farm machinery are used more often to till the fields. The elimination of machinery passes to apply fertilizers and pesticides, however, will partially offset this rise. In addition to increased energy costs, organic farms producing fruits and vegetables have reported lower crop yields. However, some organic products command higher prices, which partially or fully compensate the producer for this reduced output. As a result, about half of the organically grown fruit and vegetable crops in Canada generate a higher gross return per hectare than conventional methods.[5]

To evaluate differences in energy use on organic and conventional farms, consider the production of spring barley on Danish organic farms (see Figure 7.6). The organic system uses mechanical weed control instead of pesticides, and spreads slurry[6] instead of using synthetic fertilizers. Compared to conventional methods, it uses more energy per hectare for motive[7] and less for drying and irrigation purposes (non-motive agriculture energy use). Though total energy use was higher, yields were 28 percent lower, indicating a higher energy intensity, or energy per unit of GDP (assuming similar prices), on this organic farm.

Figure 7.6 Energy Use for Spring Barley Grown on Irrigated Sandy Soil in Denmark, 2002 (megajoules per hectare)



Source: Dalgaard et al., "Energy Balance Comparison of Organic and Conventional Farming," *Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, OECD, 2003.

[5] Statistics Canada, "Organic Fruit and Vegetable Production: Is it For You?," *Vista on the Agri-Food Industry and the Farm Community*, Ottawa, September 2002 (Cat. No. 21-004-XIE).
[6] A thick, liquid mixture of water and manure.
[7] Dalgaard et al., "Energy Balance Comparison of Organic and Conventional Farming," *Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, OECD, 2003.

continued

continued

Organic farming also has impacts on energy use in non-agriculture sectors such as industrial and transportation (see Figure 7.6). Decreased demand for pesticides and fertilizers will lower production levels and energy use related to the manufacture (includes feedstocks and energy to operate the machinery) and transport of these conventional agriculture inputs. Note that these reductions in non-agriculture energy use completely offset increases in agriculture energy use due to additional tillage.

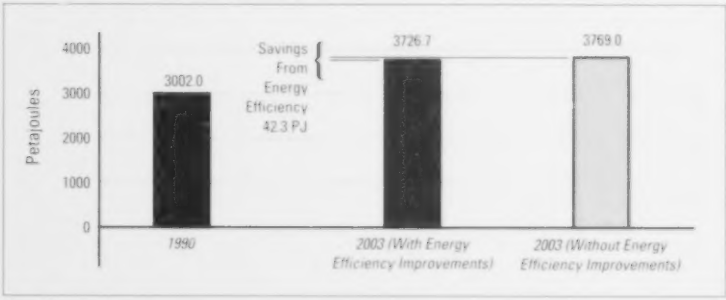
Organic farming accounts for a small segment of the market in Canada, and the impact on total agriculture energy use is limited. However, based on the Danish example, continued growth in the size and number of organic farms could increase agriculture energy use and intensity. Reductions in energy used to produce and transport fertilizers and pesticides may offset increased energy use in agriculture production, which could result in a net decline in secondary energy use. Making generalizations about organic agriculture is difficult, because there are many different farms producing a wide variety of crops using a wide variety of techniques. This analysis gives an idea of the differences between organic and conventional farming with respect to energy use, but more information needs to be collected before definite conclusions are drawn.

Chapter 8
Electricity Generation Sector

Definition: The electricity generation sector includes the transformation of other forms of energy (fossil fuels, hydro, nuclear, etc.) into electrical energy by utilities and industrial generators.

Between 1990 and 2003, energy used to generate electricity increased by 24 percent, or 724.8 PJ (Figure 8.1). As a result, energy-related GHGs increased by 38 percent, or 35.8 Mt. Without improvements in energy efficiency, energy use would have increased by 26 percent between 1990 and 2003, instead of the observed 24 percent.

Figure 8.1 Energy Use, With and Without Energy Efficiency Improvements, 1990 and 2003 (petajoules)

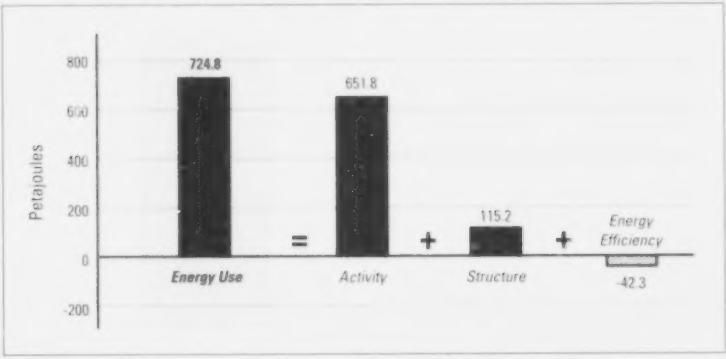


As Figure 8.2 indicates, the following influenced the change in energy use and related GHGs:

- a 21 percent increase in the amount of electricity generated led to a 651.8 PJ increase in energy and a corresponding 22.8 Mt increase in GHG emissions;
- structural changes in the electricity generation sector (the mix of energy sources used to generate electricity) – in particular, a relative decrease in the share of hydro production combined with higher shares for more energy-intense coal and natural gas generation – resulted in an 115.2 PJ increase in energy use and a corresponding 4.0 Mt rise in GHG emissions; and
- improvements in the energy efficiency of the electricity generation sector saved 42.3 PJ of energy and 1.5 Mt of GHG emissions.

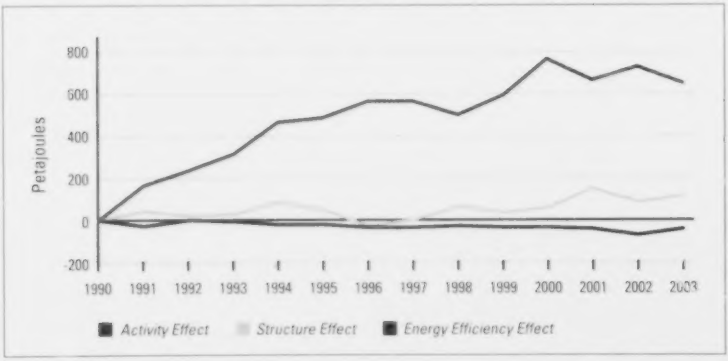
Natural gas increased its share of fuels used to generate electricity from 3 to 9 percent between 1990 and 2003.

Figure 8.2 Impact of Activity, Structure and Energy Efficiency on Energy Use, 1990–2003 (petajoules)



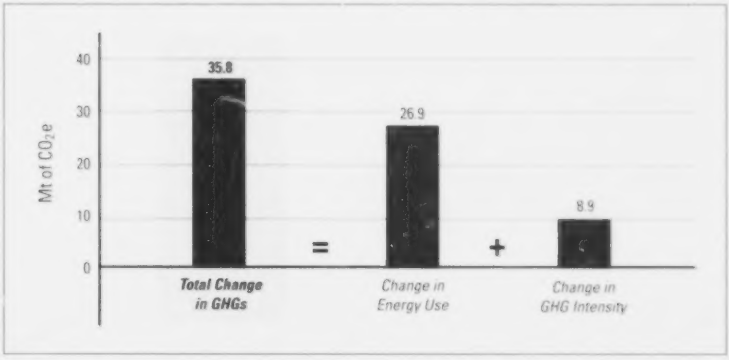
Overall, as Figure 8.3 shows, the increase in energy consumption between 1990 and 2003 was largely driven by the increase in activity, or the amount of electricity generated to meet the needs of the end-use sectors. The effect of structure on energy use in the electricity generation sector has varied with changes to the fuel mix; that is, the use of relatively more or less energy-intense fuels. For instance, a slight increase in the structure effect between 2002 and 2003 reflects a decrease in the share of hydro combined with relative increases in the use of natural gas and heavy fuel oil to generate electricity. The change in the energy efficiency effect reflects a decline in the efficiency with which most source fuels are converted to electricity.

Figure 8.3 Changes in Energy Use Due to Activity, Structure and Energy Efficiency, 1990–2003 (petajoules)



As Figure 8.4 shows, GHG emissions from the electricity generation sector were 38 percent, or 35.8 Mt, higher in 2003 than in 1990. The increase was driven by higher energy consumption combined with an increase in the GHG intensity of energy used. A relative increase in electricity produced from coal and natural gas, and a relative decrease in nuclear and hydro, resulted in a 13 percent rise in GHG intensity. This intensity effect is higher than in last year's report because of an increase in the relative share of heavy fuel oil between 2002 and 2003.

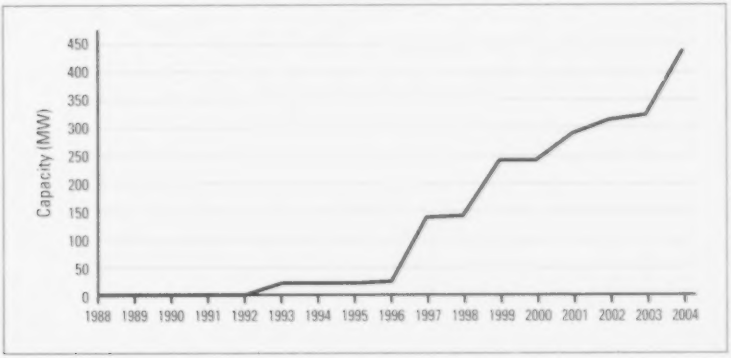
Figure 8.4 Influence of Energy Use and GHG Intensity on the Change in GHG Emissions, 1990–2003 (megatonnes of CO_2 equivalent)



Wind Power: A Small But Growing Component of the Canadian Electricity Supply

In 1988, the Northwest Territories Power Corporation installed a small 20 kilowatt (kW) wind-powered generator, the first in Canada, to service the electricity needs of the Hamlet of Igloolik, Nunavut. Installed capacity for wind energy, a renewable and pollution-free source of electricity, grew from this single generator in Nunavut to 23 megawatts (MW) across Canada in 1996, and then to 436 MW by 2004 (see Figure 8.5). In 2004 alone, wind-powered generation increased by about 36 percent. Despite the progress made since 1996, in 2002, wind-generated electricity still represented about 0.1 percent of total electricity production in Canada. Among International Energy Agency (IEA) countries, the average was about 0.5 percent.[1]

Figure 8.5 Installed Wind Capacity in Canada, 1988 to 2004 (megawatts)



Source: Compiled from the Canadian Industrial Energy End-Use Data and Analysis Centre's Renewable Energy Database and the Canadian Wind Energy Association's listing of Canadian Wind Farms.

Although there has been significant growth in wind-powered electricity, there are still some drawbacks to its use in Canada. Wind, by definition, is an intermittent power source (i.e. it does not blow all of the time). Since it is unreliable, wind cannot be used to meet peak electricity demand. As well, wind power has not always been well received by the public; some consider wind turbines to be noisy and damaging to the natural views of an area. Both of these perceived characteristics, disputed by wind advocates, create a "not in my backyard" mentality.

[1] Calculated using IEA Energy Balances, Paris, 2004 edition.

The economics of wind generation have improved in recent years. First, the cost of installing wind generation capacity has fallen. According to the American Wind Energy Association (AWEA), advances in electronic monitoring and wind blade designs, and the increased physical size of the towers have contributed to a decrease in wind power installation costs. A typical wind-powered generator in 1981 had a rated capacity of 25 kW and cost about US$2600 per kW installed. By 2000, the typical generator installed was 66 times bigger with a rated capacity of 1650 kW and cost 70 percent less at US$790 per kW installed.[2]

The second trend is with respect to the size of the facilities. Firms are taking advantage of economies of scale by installing more turbine generators per wind farm. In Canada, from 1988 to 1996, 18 percent of wind power projects had more than five generators installed. By 2004, this figure had increased to about 31 percent of wind power projects. According to AWEA, larger wind farms decrease the average cost per kilowatt-hour of electricity by about 40 percent because of the economic efficiencies gained in sharing maintenance costs and other resources among many wind generators.[3]

As to future prospects for wind generation in Canada, initiatives from Natural Resources Canada are expected to add 1000 MW of new capacity between 2002 and 2007.[4] The Canadian Wind Energy Association (CANWEA) is even more ambitious; it would like to add 10,000 MW by 2010. If renewable, non-GHG producing wind power was to displace conventional fuels used for electricity generation – in particular, coal, oil and natural gas – it would result in significant energy and GHG savings.[5] For example, if CANWEA's goal of 10,000 MW were achieved, it would result in energy savings of up to 170.7 PJ and avoid 10.9 Mt of associated GHGs.[6]

[2] American Wind Energy Association, "The Economics of Wind Energy," AWEA Wind Energy Fact Sheets, February 2005.
[3] *Ibid.*
[4] Natural Resources Canada, *Wind Power Production Incentive: 1000 Megawatts over 5 years*, Ottawa, 2001.
[5] The GHG benefits of displacing hydro or nuclear-produced electricity with wind energy would be neutral as these sources do not emit GHGs.
[6] It is assumed that wind has a capacity factor of 0.29673. Energy and GHG savings were calculated using average electricity generated energy (6560.9 GJ/GWh) and GHG (63.8 tonnes/TJ) intensities for Canada in 2003.

Appendix
Glossary of Terms

Activity: Term used to characterize major drivers of energy use in a sector (e.g. floor space area in the commercial/institutional sector).

Biomass: Includes wood waste and pulping liquor. Wood waste is a fuel consisting of bark, shavings, sawdust and low-grade lumber and lumber rejects from the operation of pulp mills, sawmills and plywood mills. Pulping liquor is a substance primarily made up of lignin and other wood constituents and chemicals that are by-products of the manufacture of chemical pulp. It can produce steam for industrial processes when burned in a boiler and/or produce electricity through thermal generation.

Capacity Utilization: The rates of capacity use are measures of the intensity with which industries use their production capacity. It is the ratio of an industry's actual output to its estimated potential output.

Carbon Dioxide (CO_2): A compound of carbon and oxygen formed whenever carbon is burned. Carbon dioxide is a colourless gas that absorbs infrared radiation, mostly at wavelengths between 12 and 18 microns. It behaves as a one-way filter, allowing incoming, visible light to pass through in one direction, while preventing outgoing infrared radiation from passing in the opposite direction. The one-way filtering effect of carbon dioxide causes an excess of the infrared radiation to be trapped in the atmosphere; thus it acts as a "greenhouse" and has the potential to increase the surface temperature of the planet.

Central Air Conditioner: Powered by electricity, this device removes heat from an indoor living space to maintain comfortable conditions during hot, humid weather and conveys it to the outdoors. Designed to cool a house, the large compressor and outdoor coil are located outdoors and are connected by refrigerant lines to an indoor coil mounted in the furnace. The same duct system is used for both heating and cooling air distribution.

Cooling Degree-Day (CDD): A measure of how hot a location was over a period of time, relative to a base temperature. The base temperature is 18.0°C and the period of time is one year. If the daily average temperature exceeds the base temperature, the number of cooling degree-days for that day is the difference between the two temperatures. However, if the daily average is equal to or less than the base temperature, the number of cooling degree-days for that day is zero. The number of cooling degree-days for a longer period of time is the sum of the daily cooling degree-days for the days in the period.

Economies of Scale: Occurs when there are advantages to large-scale production for a firm. Long-run average costs fall as production levels increase, reducing the per unit cost of the output.

End-Use: Any specific activity that requires energy (e.g. refrigeration, space heating, water heating, manufacturing processes and feedstocks).

Energy Intensity: The amount of energy used per unit of activity. Examples of activity measures in this report are households, floor space, passenger-kilometres, tonne-kilometres, physical units of production and constant dollar value of gross domestic product.

Energy Source: Any substance that supplies heat or power (e.g. petroleum, natural gas, coal, renewable energy and electricity, including the use of fuel as a non-energy feedstock).

Factorization Method: A statistical method, based on the Laspeyres index, used in this report to separate changes in energy use into five factors: activity, weather, structure, service level and energy efficiency.

Floor Space (area): The area enclosed by exterior walls of a building. In the residential sector, it excludes parking areas, basements or other floors below ground level; these areas are included in the commercial/institutional sector. It is measured in square metres.

Greenhouse Gas (GHG): A greenhouse gas absorbs and radiates heat in the lower atmosphere that otherwise would be lost in space. The greenhouse effect is essential for life on this planet, since it keeps average global temperatures high enough to support plant and animal growth. The main greenhouse gases are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), chlorofluorocarbons (CFCs) and nitrous oxide (N_2O). By far the most abundant greenhouse gas is CO_2, accounting for about 70 percent of total greenhouse gas emissions (see Carbon Dioxide).

Greenhouse Gas Intensity of Energy: The amount of greenhouse gases emitted per unit of energy used.

Green Roof, Extensive Type: Involves the installation of a thin layer of soil to support vegetation with a surface root system; requires little maintenance.

Green Roof, Intensive Type: Uses a thicker layer of soil, which can sustain a variety of plants including trees and bushes; requires an irrigation and drainage system.

Gross Domestic Product (GDP): The total value of goods and services produced within Canada during a given year. Also referred to as annual economic output or, more simply, output. To avoid counting the same output more than once, GDP includes only final goods and services – not those that are used to make another product. GDP figures are reported in constant 1997 dollars.

Heat Island: Dome of warm and polluted air that covers an urban area and in which the temperature is higher than in surrounding areas.

Heavy Truck: A truck with a gross vehicle weight that is more than, or equal to, 14,970 kg (33,001 lb.). The gross vehicle weight is the weight of the empty vehicle plus the maximum anticipated load weight.

Horsepower (hp): A unit of power commonly used for vehicle engines, equal to 75 metre kilograms-force per second, equal to 735.49875 watts.

Household: A person or a group of people occupying one dwelling unit is defined as a household. The number of households will, therefore, be equal to the number of occupied dwellings. The person or people occupying a private dwelling form a private household.

Idling: Occurs when power is delivered by an engine but is not used for any useful work.

Kilowatt-hour (kWh): The commercial unit of electricity energy equivalent to 1000 watt-hours. A kilowatt-hour can best be visualized as the amount of electricity consumed by ten 100-watt bulbs burning for an hour. One kilowatt-hour equals 3.6 million joules (see Watt).

Light Truck: A truck of up to 3855 kg (8500 lb.) of gross vehicle weight. The gross vehicle weight is the weight of the empty vehicle plus the maximum anticipated load weight. This class of vehicles includes pickup trucks, minivans and sport utility vehicles.

Liquefied Petroleum Gases (LPG) and Gas Plant Natural Gas Liquids (NGL): Propane and butane are liquefied gases extracted from natural gas (i.e. gas plant NGL) or from refined petroleum products (i.e. LPG) at the processing plant.

Model Year: An annual period (beginning in September and ending in August) in which a national automotive industry organizes its operations and within which new models are announced. For example, if the "model year" is 2005, it begins 1 September 2002 and ends 31 August 2005.

Motive Fuel: Includes motor gasoline and diesel fuel oil.

North American Industry Classification System (NAICS): A classification system that categorizes establishments into groups with similar economic activities. The structure of NAICS, adopted by Statistics Canada in 1997 to replace the 1980 Standard Industrial Classification (SIC), has been developed by the statistical agencies of Canada, Mexico and the United States.

Notch(es): One of several preset settings on a power control system (throttle, switch, etc.) for a rail locomotive.

Organic Farming: A farming method that minimizes the use of chemicals in the production process. It aims to produce crops with a high nutritional value and to improve the long-term fertility and sustainability of farmland.

Passenger-kilometre (Pkm): The transport of one passenger over a distance of one kilometre.

Petajoule (PJ): One petajoule equals 1×10^{15} joules. A joule is the international unit of measure of energy – the energy produced by a power of one watt flowing for a second. There are 3.6 million joules in one kilowatt-hour (see Kilowatt-hour).

Room Air Conditioner: Powered by electricity, this device removes heat from an indoor living space to maintain comfortable conditions during hot, humid weather and conveys it to the outdoors. Unlike a central air conditioner, no ductwork is required. All components are built into a single package that is mounted in a window opening or through the wall. It is a smaller version of a central unit and is intended to cool a small area, such as a room.

Sector: The broadest category for which energy consumption and intensity are considered within the Canadian economy (e.g. residential, commercial/institutional, industrial, transportation, agriculture and electricity generation).

Service Level: Term used to characterize the increased penetration of auxiliary equipment in commercial/institutional buildings.

Space Cooling: Conditioning of room air for human comfort by a refrigeration unit (e.g. air conditioner or heat pump) or by circulating chilled water through a central- or district-cooling system.

Space Heating: The use of mechanical equipment to heat all or part of a building. Includes the principal space heating unit and any supplementary equipment.

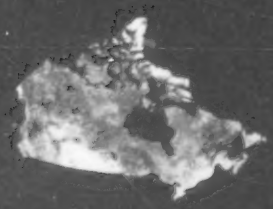
Standard Industrial Classification (SIC): A classification system that categorizes establishments into groups with similar economic activities.

Structure: Structure refers to change in the makeup of each sector. For example, in the industrial sector, a relative increase in output from one industry over another is considered a structural change; in the electricity generation sector, a relative increase in one fuel over another is considered a structural change.

Tonne-kilometre (Tkm): The transport of one tonne over a distance of one kilometre.

Water Heating: The use of energy to heat water for hot running water, as well as the use of energy to heat water on stoves and in auxiliary water heating equipment for bathing, cleaning and other non-cooking applications.

Watt (W): A measure of power; for example, a 40-watt light bulb uses 40 watts of electricity (see Kilowatt-hour).



Évolution de l'efficacité énergétique au Canada,

1990 à 2003

Juin 2005

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

La mosaïque numérique du Canada, réalisée par Ressources naturelles Canada (Centre canadien de télédétection), est une image composite constituée de plusieurs images satellites. Les couleurs reflètent les différences de densité de la couverture végétale : vert vif pour la végétation dense des régions humides du sud; jaune pour les régions semi-arides et montagneuses; brun pour le Nord où la végétation est très clairsemée; et blanc pour les régions arctiques.

Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada
Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

Catalogage avant publication

Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2003

Annuel.
Texte en français et en anglais.
Titre de la p. de t. addit. : Energy efficiency trends in Canada, 1990 to 2003.
Publ. par : Office de l'efficacité énergétique.

ISBN 0-662-68797-3
N° de Cat. M141-1/2003
ISSN 1205-504X

1. Énergie – Consommation – Canada – Statistiques – Périodiques.
2. Gaz à effet de serre – Canada – Statistiques – Périodiques.
I. Canada. Ressources naturelles Canada.
II. Canada. Office de l'efficacité énergétique.
III. Titre : Energy efficiency trends in Canada, 1990 to 2003.

TJ163.4 C3 333.79'13'0971

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2005

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de cette publication ou d'autres publications sur l'efficacité énergétique offertes gratuitement, veuillez vous adresser à :

Publications Écoénergie
Office de l'efficacité énergétique
Ressources naturelles Canada
a/s S.N.S.J.
1770, chemin Pink
Gatineau (Québec) J9J 3N7
Téléphone : 1 800 387-2000 (sans frais)
Télécopieur : (819) 779-2833
ATME : (613) 996-4397 (appareil de télécommunication pour malentendants)

Papier recyclé

Avant-propos

Cette dixième édition de l'*Évolution de l'efficacité énergétique au Canada* poursuit l'engagement du Canada de suivre de près l'évolution de l'efficacité énergétique, de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) connexes. En améliorant l'efficacité énergétique, on réduit les émissions de GES qui contribuent aux changements climatiques. Afin d'obtenir un aperçu statistique des marchés sectoriels de l'énergie au pays, veuillez vous référer au document qui l'accompagne, le ***Guide de données sur la consommation d'énergie, 1990 et 1997 à 2003***.

L'*Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2003* couvre les six secteurs analysés par l'Office de l'efficacité énergétique (OEE) de Ressources naturelles Canada : résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports, agricole et de la production d'électricité. La période de 1990 à 2003 a été choisie car 1990 est l'année de référence pour le Protocole de Kyoto, tandis que 2003 est l'année la plus récente pour laquelle des données réelles sont disponibles.

La base de données complète ainsi que la plupart des données historiques sur la consommation d'énergie et les émissions de GES que l'OEE utilise pour ses analyses peuvent être consultées sur le site Web : *oee.rncan.gc.ca/tableaux05*.

Cette année, nous avons ajouté un nouveau produit : un CD contenant les versions électroniques de ce rapport, du *Guide de données sur la consommation d'énergie*, des tableaux d'analyse de l'énergie et des émissions de GES ainsi que des tableaux détaillés pour le Canada provenant de notre base de données complète. Ce CD est disponible sur demande.

Pour plus de renseignements sur ce document ou sur les services qu'offre l'OEE, veuillez communiquer avec nous par courriel à l'adresse *euc.cec@rncan.gc.ca*.

Cette publication a été préparée par Naima Behidj, Johanne Bernier, Samuel Blais, Sébastien Genest, William King, Carolyn Ramsum, Katherine Sassi et Nathalie Trudeau, de la Division de l'analyse et de l'élaboration de la politique de la demande de l'OEE, qui relève de Ressources naturelles Canada. Carolyn Ramsum était chef du projet tandis que Tim McIntosh en a assuré la gestion générale.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Carolyn Ramsum
Économiste principale
Office de l'efficacité énergétique
Ressources naturelles Canada
580, rue Booth, 18e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Courriel : euc.cec@rncan.gc.ca

Table des matières

Avant-propos i

Chapitre 1 – Introduction 1

Chapitre 2 – Ensemble du secteur d'utilisation finale 5

Chapitre 3 – Secteur résidentiel 13

Chapitre 4 – Secteur commercial et institutionnel 19

Chapitre 5 – Secteur industriel 27

Chapitre 6 – Secteur des transports 35

Chapitre 7 – Secteur agricole 49

Chapitre 8 – Secteur de la production d'électricité 57

Annexe – Glossaire des termes 63

Chapitre 1
Introduction

Entre 1990 et 2003, le Canada a enregistré une amélioration de son efficacité énergétique d'environ 13 p. 100, ou 883,3 petajoules, ce qui a permis aux Canadiens d'économiser, dans la seule année 2003, environ 13,4 milliards $ et de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 52,3 mégatonnes.

Consommation d'énergie, efficacité énergétique et émissions de gaz à effet de serre – Précisions

Il est facile de déterminer l'incidence de l'amélioration de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie d'un véhicule, d'une pièce d'équipement ou d'un appareil ménager : on peut simplement la vérifier et la mesurer. Toutefois, il est plus compliqué de déterminer comment les différentes améliorations, dans leur ensemble, influent sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES) connexes.

Ce rapport aborde la question complexe de l'incidence de l'efficacité énergétique au Canada. Il présente une analyse de cette incidence sur la consommation d'énergie secondaire – c'est-à-dire l'énergie que les Canadiens consomment pour chauffer et climatiser les habitations et les lieux de travail, de même que pour faire fonctionner les appareils ménagers, les véhicules et les usines – ainsi que sur la production d'électricité.

L'analyse présentée dans le rapport repose sur une méthode de factorisation qui décompose les changements observés dans la quantité d'énergie consommée par les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports et de la production d'électricité selon les cinq facteurs suivants :

1. **Activité** : La définition de l'activité diffère d'un secteur à l'autre. Par exemple, dans le secteur résidentiel, ce terme correspond au nombre de ménages et à la surface de plancher des habitations; dans le secteur industriel, il désigne la production industrielle, comme des tonnes d'acier; et dans le secteur de la production d'électricité, il s'agit des gigawattheures produits.

2. **Conditions météorologiques** : Les variations climatiques influent sur les besoins en chauffage et en climatisation. Cet effet est particulièrement marqué dans les secteurs résidentiel ainsi que commercial et institutionnel, où le chauffage et la climatisation représentent une part importante de la consommation d'énergie.

3. **Structure** : La structure reflète l'évolution de la composition de chaque secteur. Par exemple, dans le secteur industriel, un changement de structure peut consister en une augmentation relative de la production d'une industrie par rapport à une autre, tandis que dans le secteur de la production d'électricité, il peut s'agir d'une augmentation relative de l'utilisation d'un combustible par rapport à un autre.

4. **Niveau de service** : Au cours des années 90, la pénétration accrue de l'équipement auxiliaire dans les bâtiments commerciaux et institutionnels a entraîné une hausse de la consommation d'énergie liée à cette utilisation finale. Puisque nous disposons de peu de données sur les stocks, les ventes et la consommation unitaire d'énergie de cet équipement, un indice a été estimé afin de déterminer l'incidence de l'augmentation du niveau de service au fil des années. Cet effet est mesuré uniquement dans le secteur commercial et institutionnel.

5. **Efficacité énergétique** : L'efficacité énergétique reflète le niveau d'efficacité auquel l'énergie est utilisée, par exemple, le temps de fonctionnement d'un appareil ménager selon une quantité d'énergie donnée. Pour ce qui est du secteur de la production d'électricité, il indique les pertes de conversion.

Dans cette analyse, un problème se pose quant à la façon de traiter la consommation d'électricité secondaire qui, contrairement à la consommation finale d'autres sources d'énergie, ne produit pas d'émissions de GES. C'est pourquoi il est courant, bien qu'il ne s'agisse pas d'une pratique universelle, d'attribuer les émissions de GES liées à la production d'électricité au secteur qui la consomme. Pour ce faire, on multiplie la quantité d'électricité consommée par un facteur d'émissions qui reflète la composition moyenne des sources d'énergie utilisées pour produire de l'électricité au Canada. Dans ce rapport, les secteurs sont analysés avec et sans cette réaffectation.

On estime que les émissions totales de GES au Canada s'élevaient à 731,5 mégatonnes[1] (Mt) en 2003, dont 69 p. 100, soit 501,8 Mt, étaient attribuables à la consommation d'énergie secondaire (incluant les émissions de GES liées à l'électricité). Deux principaux facteurs influent sur les émissions de GES liées à la consommation d'énergie secondaire : la quantité d'énergie consommée et l'intensité en GES de l'énergie consommée (la quantité de GES émise par unité d'énergie). L'analyse sectorielle présentée dans ce rapport donne des précisions sur ces deux principaux facteurs de même que sur l'incidence de ces facteurs et de l'efficacité énergétique sur l'évolution des émissions de GES.

Le chapitre 2 analyse l'évolution de l'efficacité énergétique, de la consommation d'énergie et des émissions connexes de GES pour l'ensemble du secteur d'utilisation finale d'énergie secondaire. Les chapitres 3 à 8 font état des résultats de l'analyse sectorielle de l'efficacité énergétique et des émissions de GES. Un glossaire des termes est fourni en annexe.

[1] Il s'agit d'une estimation préliminaire. Environnement Canada est responsable de l'inventaire officiel des GES du Canada.

Différences comparativement aux rapports précédents

Ce rapport est le dixième examen annuel de l'évolution de la consommation d'énergie, de l'efficacité énergétique et des émissions de GES au Canada, utilisant 1990 comme année de référence. Cette mise à jour du rapport de l'an dernier, intitulé *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2002*, poursuit l'engagement du Canada de faire le suivi de l'efficacité énergétique, de la consommation d'énergie et des émissions de GES. Trois principaux points différencient la publication *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2003* du précédent rapport.

La première différence a trait au secteur commercial et institutionnel où les estimations des données sur la surface de plancher ont été révisées. À la demande de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE), Informetrica Limited a ajusté ses données pour la surface de plancher du secteur commercial et institutionnel en fonction des catégories du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). Il s'est avéré nécessaire d'apporter ce changement afin d'assurer la compatibilité entre les données sur la surface de plancher, sur la consommation d'énergie et sur les investissements, lesquelles sont recueillies en fonction des définitions du SCIAN. En raison des modifications apportées aux définitions, les données sur la surface de plancher sont fournies dans ce rapport pour dix types d'activités au lieu des neuf types de bâtiments utilisés dans les rapports précédents. Par ailleurs, on a maintenant exclu de la surface de plancher totale la surface de plancher des installations industrielles, qui était auparavant attribuée aux bâtiments commerciaux.

La deuxième différence, également dans le secteur commercial et institutionnel, concerne un changement à la définition du niveau de service dans l'analyse de factorisation. Nous avons été en mesure d'estimer, à partir des données de l'*Enquête sur la consommation d'énergie dans les bâtiments commerciaux et institutionnels* de 2000, un taux de pénétration des climatiseurs qui nous a permis de déterminer la surface de plancher climatisée; par conséquent, nous avons retiré l'incidence de la climatisation de l'impact du niveau de service. L'indice utilisé pour évaluer les changements dans le niveau de service ne représente désormais que la pénétration de l'équipement auxiliaire.

La troisième différence touche le sous-secteur du transport des voyageurs où, pour cette année, une nouvelle série chronologique du taux d'occupation des voitures et des camions légers a été établie. Le taux d'occupation étant un élément essentiel au calcul des voyageurs-kilomètres (la variable de l'activité pour le transport des voyageurs), ce changement a eu une incidence sur les résultats de la factorisation présentés pour ce sous-secteur. Comparativement aux rapports précédents, l'incidence de l'activité est considérablement plus importante et, par conséquent, on a enregistré une plus grande amélioration de l'efficacité énergétique.

Dans ce document, les chiffres des figures étant arrondis, ils peuvent ne pas correspondre aux totaux indiqués.

Chapitre 2
• Ensemble du secteur d'utilisation finale

Definition : L'ensemble du secteur d'utilisation finale correspond au regroupement des cinq secteurs d'utilisation finale suivants : résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports et agricole.

Un petajoule correspond à la consommation annuelle d'énergie d'une petite ville d'environ 3 700 habitants, et ce, pour toutes les utilisations, tant pour les habitations et le transport que pour les services locaux et industriels.

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie secondaire, c'est-à-dire l'énergie que les Canadiens consomment pour chauffer et climatiser les habitations et les lieux de travail ainsi que pour faire fonctionner les appareils ménagers, les véhicules et les usines, a augmenté de 22 p. 100, passant de 6 950,8 à 8 457,3 petajoules (PJ). Cette augmentation a entraîné une hausse des émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie secondaire (incluant les émissions liées à l'électricité) de 25 p. 100, lesquelles sont passées de 407,9 à 501,8 mégatonnes (Mt).

Comme le montre la figure 2.1, n'eût été d'importantes et constantes améliorations de l'efficacité énergétique dans tous les secteurs d'utilisation finale, la consommation d'énergie secondaire aurait été, en 2003, de 15 p. 100 supérieure à ce qu'elle était. Ces économies d'énergie de 885,3 PJ correspondent à environ 84 p. 100 de la consommation d'énergie de toutes les voitures et de tous les camions légers servant au transport des voyageurs.

Figure 2.1 Consommation d'énergie secondaire tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990-2003 (valeur-indice de 1990 = 1,0)

La figure 2.2 indique que les changements dans la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes sont attribuables aux facteurs suivants :

- une augmentation de 35 p. 100 de l'activité (incluant la surface de plancher des secteurs résidentiel et commercial et institutionnel, le nombre de ménages, le nombre de voyageurs-kilomètres et de tonnes-kilomètres ainsi que la production brute, la production physique et le produit intérieur brut [PIB] du secteur industriel) a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 2 356,5 PJ et des émissions de GES connexes de 136,7 Mt.

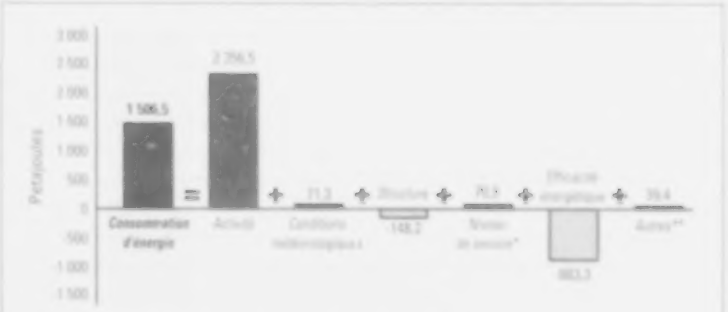
- en 2003, l'hiver a été 5 p. 100 plus froid et l'été, 24 p. 100 plus chaud qu'en 1990, ce qui a entraîné une hausse de la demande d'énergie secondaire de 71,3 PJ ainsi que des émissions de GES connexes de 4,0 Mt.

- la baisse de la consommation d'énergie attribuable aux changements structurels observés dans le secteur industriel a plus que compensé cette hausse dans les autres secteurs. Dans l'ensemble, les changements structurels ont entraîné une diminution de la consommation d'énergie de 148,2 PJ et des émissions de GES de 4,6 Mt.

- les changements dans le niveau de service de l'équipement auxiliaire (c.-à-d. une utilisation accrue des ordinateurs, des imprimantes et des télécopieurs dans le secteur commercial et institutionnel) ont entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 70,9 PJ et des émissions de GES connexes de 4,2 Mt.

- l'amélioration de l'efficacité énergétique a permis d'économiser 883,3 PJ d'énergie et de réduire les émissions de GES de 52,3 Mt.

Figure 2.2 Incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (pétajoules)



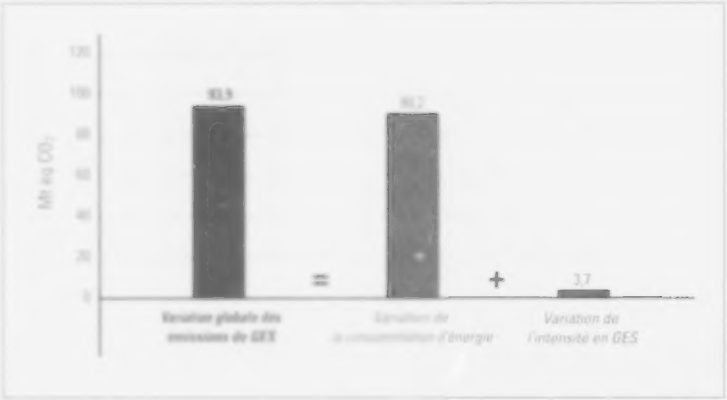
* « Niveau de service » désigne le niveau de service de l'équipement auxiliaire dans le secteur commercial et institutionnel.

** « Autres » désigne l'échange des vieux poêles, le transport aérien non commercial, le transport hors route et le secteur agricole, lesquels sont exclus de l'analyse de factorisation mais compris dans la « consommation d'énergie ».

Dans l'ensemble, si l'on inclut les émissions de GES attribuables à la production d'électricité, on observe une augmentation des émissions de GES, laquelle est attribuable à la hausse de la consommation d'énergie secondaire. L'intensité en GES de l'énergie a peu changé au cours de la période à l'étude, car l'utilisation accrue de combustibles produisant moins de GES a contrebalancé l'intensité en GES plus élevée pour la production d'électricité. Tel que l'illustre la figure 2.3, les émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie secondaire ont été de 25 p. 100, soit 93,9 Mt, plus élevées en 2003 qu'en 1990.

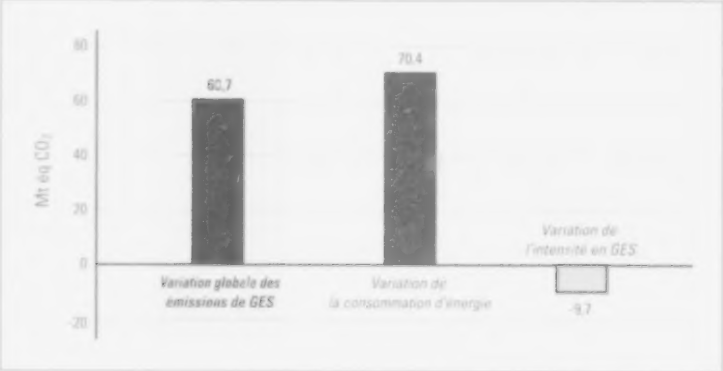
Le volume d'une tonne de dioxyde de carbone (CO_2) correspond à celui de deux maisons de dimension moyenne au Canada, ce qui signifie qu'une mégatonne de CO_2 pourrait remplir environ 2 millions de maisons de dimension moyenne.

Figure 2.3 Incidence de la consommation d'énergie secondaire et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Si l'on exclut les émissions de GES liées à l'électricité, on constate une hausse de 19 p. 100 des émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie secondaire, ce qui équivaut à 60,7 Mt (figure 2.4). Une augmentation relative de la consommation de biomasse et de gaz naturel, de même qu'une baisse dans l'utilisation de mazouts lourds, de coke et de gaz de fours à coke, ont contribué à une diminution de 2 p. 100 de l'intensité en GES de l'énergie.

Figure 2.4 Incidence de la consommation d'énergie secondaire et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Les figures 2.5, 2.6 et 2.7 montrent la répartition de la hausse de la consommation d'énergie et des émissions de GES dans chacun des secteurs d'utilisation finale de l'économie entre 1990 et 2003. Les augmentations observées ne sont pas surprenantes, compte tenu de la croissance considérable de l'activité (PIB, surface de plancher, etc.) dans les divers secteurs.

Figure 2.5 Consommation d'énergie selon le secteur, 1990 et 2003 (pétajoules)

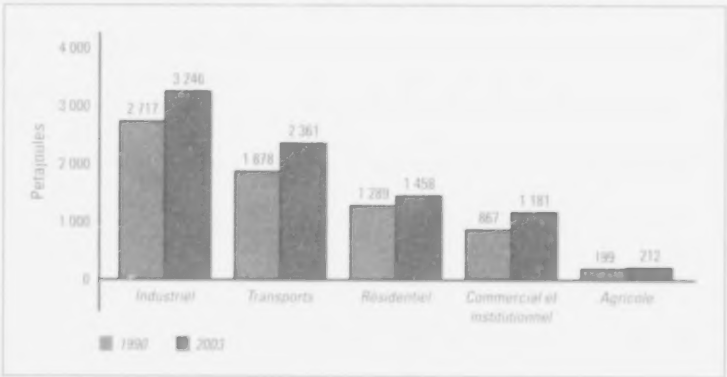


Figure 2.6 Émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, selon le secteur, 1990 et 2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)

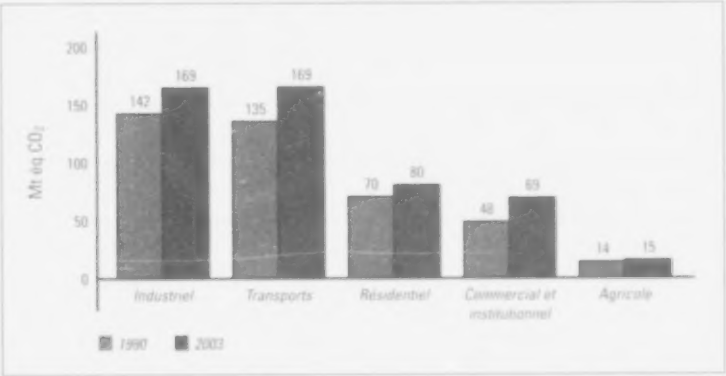
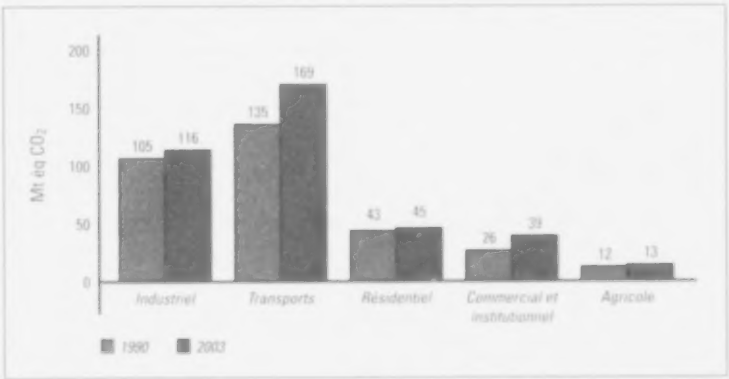


Figure 2.7 Émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, selon le secteur, 1990 et 2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



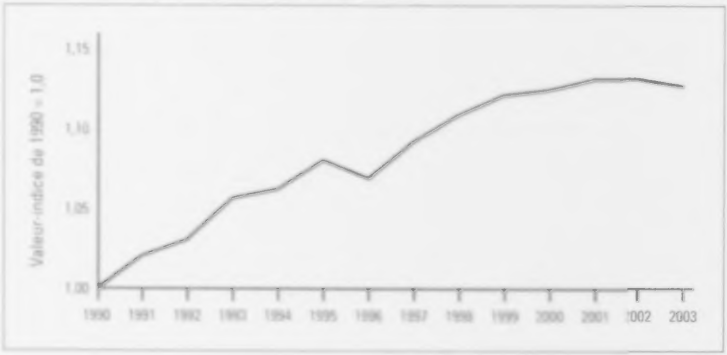
Les chapitres suivants expliquent l'incidence des changements de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie. L'influence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur les émissions de chaque secteur y est également expliquée.

Indice d'efficacité énergétique de l'OEE

Ce rapport donne une estimation de l'incidence de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, industriel[1] ainsi que des transports pour la période 1990-2003. Ces variations de l'efficacité énergétique sont regroupées en un seul indice d'efficacité énergétique au Canada, qui est appelé l'indice d'efficacité énergétique de l'OEE.

L'indice présenté à la figure 2.8 illustre une tendance à la hausse d'environ 1 p. 100 par an entre 1990 et 2003, soit une amélioration de l'efficacité énergétique de l'ordre de 13 p. 100. Cette amélioration s'est traduite en 2003 par des économies d'énergie de 883,3 PJ et une réduction des émissions de GES de 52,3 Mt. La stabilité de l'indice entre 2001 et 2003 est principalement attribuable au secteur industriel, où une intensité plus élevée dans certaines industries, des substitutions de combustibles et des taux plus faibles d'utilisation de la capacité ont contrebalancé l'amélioration de l'efficacité.

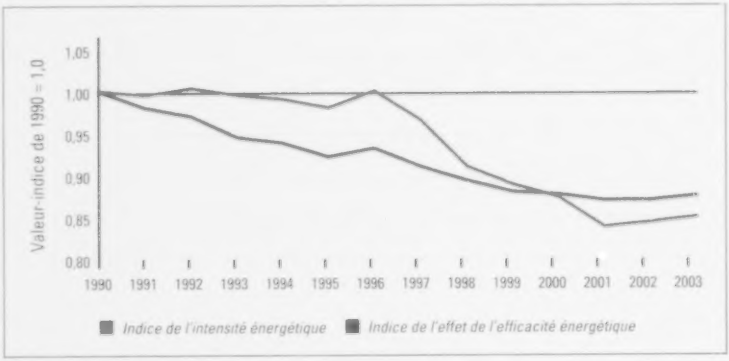
Figure 2.8 Indice d'efficacité énergétique de l'OEE, 1990-2003 (valeur-indice de 1990 = 1,0)



[1] Dans le secteur industriel, les données relatives à quelques industries préparées par Statistique Canada conformément au SCIAN ne sont pas disponibles pour la période de 1991 à 1994. Pour ces années, l'incidence de l'efficacité énergétique a été estimée en utilisant l'analyse (données basées sur le Système de classification des industries) provenant du rapport de 2000 pour calculer des taux de croissance, qui ont été appliqués aux données de 1995 pour effectuer une extrapolation rétrospective des années manquantes. Les résultats obtenus ont par la suite été calibrés avec les données sur l'activité et l'intensité basées sur le SCIAN.

L'indice d'efficacité énergétique de l'OEE fournit une meilleure estimation de l'évolution de l'efficacité énergétique que le rapport couramment utilisé d'énergie consommée par unité du PIB, c'est-à-dire l'intensité énergétique. L'intensité énergétique varie non seulement en fonction de l'évolution de l'efficacité énergétique mais aussi de celle d'autres facteurs tels que les conditions météorologiques et la structure de l'économie. La figure 2.9 illustre les différences entre les deux indices. L'incidence de l'efficacité énergétique est l'image miroir de l'indice de l'OEE présenté à la figure 2.8, elle est transposée aux fins de comparaison à l'indice de l'intensité énergétique.

Figure 2.9 Changements dans l'intensité énergétique et l'effet de l'efficacité énergétique, 1990-2003 (valeur-indice de 1990 = 1,0)



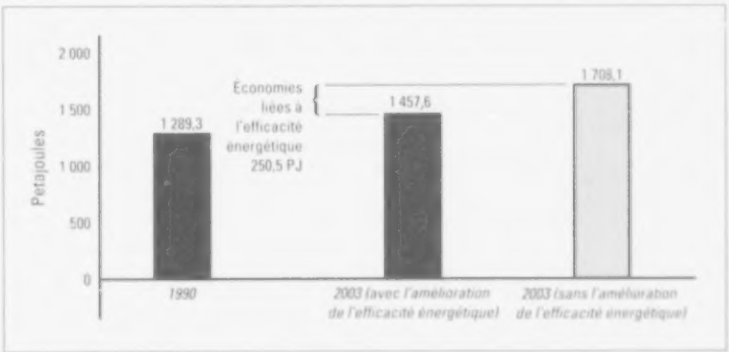
Comme l'illustre la figure 2.9, l'intensité énergétique sous-estime l'incidence de l'efficacité énergétique au Canada au début des années 90 et surestime son incidence vers la fin de la période d'analyse. Avant 1998, l'amélioration de l'intensité semble modeste en raison des températures froides (1992-1997) et un virage vers les industries à plus forte intensité énergétique (1990-1993) qui ont masqué les progrès en matière d'efficacité énergétique. En 2000, l'indice de l'intensité est tombé sous l'indice de l'incidence de l'efficacité énergétique. Un virage vers les industries à moins forte intensité énergétique, qui a débuté au milieu des années 90, combiné à une amélioration de l'efficacité énergétique, ont accéléré le déclin de l'intensité énergétique observé.

Chapitre 3
Secteur résidentiel

Définition : Au Canada, le secteur résidentiel comprend quatre grands types de logements : les maisons unifamiliales, les maisons individuelles attenantes, les appartements et les maisons mobiles. Les ménages consomment de l'énergie principalement pour le chauffage des locaux et de l'eau ainsi que pour le fonctionnement des appareils ménagers, l'éclairage et la climatisation.

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie du secteur résidentiel a augmenté de 13 p. 100, soit de 168,2 PJ (figure 3.1), ce qui a entraîné une hausse des émissions de GES connexes (incluant les émissions liées à l'électricité) de 15 p. 100, soit de 10,3 Mt. Sans les améliorations de l'efficacité énergétique, l'augmentation de la consommation d'énergie entre 1990 et 2003 aurait été de 32 p. 100, au lieu des 13 p. 100 observés.

Figure 3.1 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)

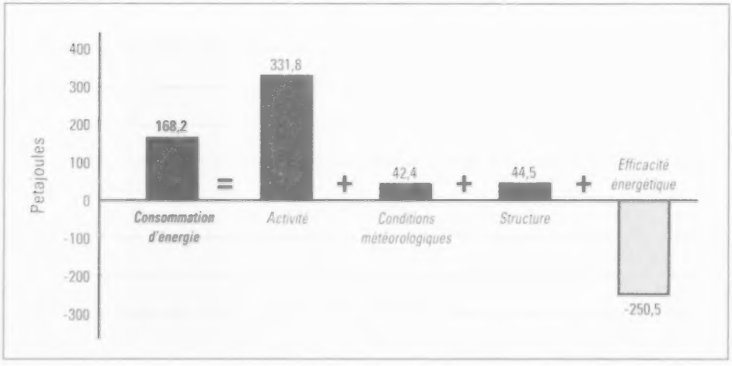


Au cours d'un été typique à Toronto, le climatiseur central d'une maison ordinaire consomme de 1 969 à 2 317 kilowattheures. La production de l'électricité nécessaire au fonctionnement de l'appareil entraîne des émissions de GES de près de 0,5 tonne à la centrale électrique.

Tel que l'indique la figure 3.2, les facteurs suivants sont à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

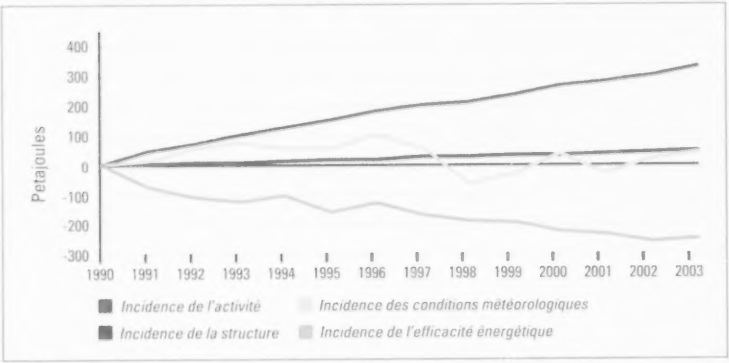
- une augmentation de 26 p. 100 de l'activité (nombre de ménages et surface de plancher des habitations) a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 331,8 PJ et des émissions de GES de 18,2 Mt. L'accroissement de l'activité est attribuable à une hausse de 29 p. 100 de la surface de plancher totale et de 23 p. 100 du nombre de ménages;
- en 2003, l'hiver a été plus froid et l'été plus chaud qu'en 1990. Par conséquent, on a enregistré une hausse de la demande d'énergie pour le chauffage et la climatisation des locaux de 42,4 PJ et une augmentation des émissions de GES de 2,3 Mt;
- les changements observés dans la structure du secteur résidentiel, c'est-à-dire la composition d'utilisations finales, en particulier l'augmentation de la proportion relative d'énergie consommée pour le chauffage de l'eau, l'éclairage et la climatisation des locaux, ont eu pour effet d'accroître la consommation d'énergie du secteur de 44,5 PJ et les émissions connexes de GES de 2,4 Mt;
- l'amélioration de l'enveloppe thermique des habitations et de l'efficacité des appareils ménagers ainsi que des appareils de chauffage des locaux et de l'eau s'est traduite par une hausse de l'efficacité énergétique dans l'ensemble du secteur, laquelle a permis de réaliser des économies d'énergie de 250,5 PJ et de réduire les émissions de GES de 13,7 Mt.

Figure 3.2 Incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)



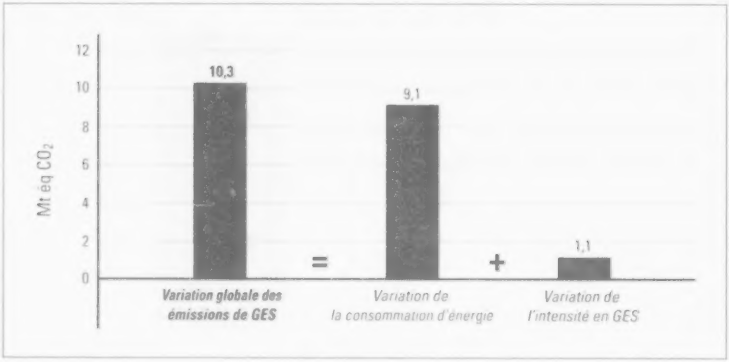
Comme le montre la figure 3.3, l'activité et, dans une moindre mesure, la structure (soit la composition d'utilisations finales) ont constamment contribué à l'augmentation de la consommation d'énergie au fil des années. Les améliorations de l'efficacité énergétique ont cependant compensé en grande partie l'incidence de l'activité et de la structure. Les conditions météorologiques représentent le seul facteur ne permettant pas de discerner une tendance définie au cours de la période visée.

Figure 3.3 Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, aux conditions météorologiques, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



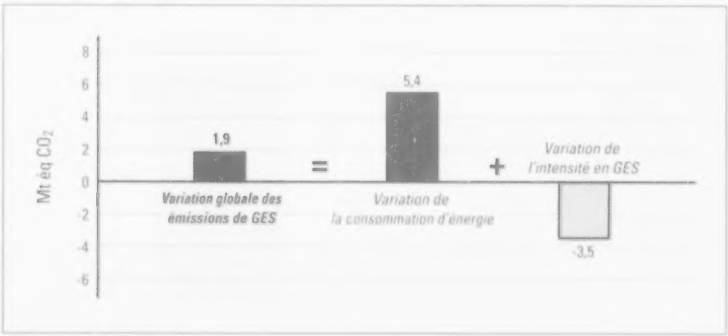
Dans l'ensemble, si l'on inclut les émissions de GES liées à l'électricité, on observe une hausse des émissions de GES du secteur résidentiel, laquelle est attribuable à l'augmentation de la consommation d'énergie et de l'intensité moyenne de GES des combustibles utilisés pour produire l'électricité. Comme le montre la figure 3.4, les émissions de GES du secteur résidentiel étaient de 15 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivaut à 10,3 Mt de plus.

Figure 3.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Si l'on exclut les émissions de GES liées à l'électricité, on observe une baisse de 8 p. 100 de l'intensité en GES de l'énergie consommée (figure 3.5) entre 1990 et 2003. La baisse de l'utilisation du mazout de chauffage et du propane en faveur du gaz naturel et du bois a eu pour effet de réduire l'intensité en GES dans le secteur et de contrebalancer l'augmentation de GES attribuable à une plus grande consommation d'énergie.

Figure 3.5 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Évolution de la climatisation dans le secteur résidentiel

Même si le Canada est reconnu pour ses hivers froids, certaines régions du pays connaissent un été court mais chaud. L'utilisation d'un climatiseur en été est particulièrement courant en Ontario, au Québec et au Manitoba. Cette situation a entraîné une hausse de la consommation d'énergie pour la climatisation, cette dernière passant de 8,3 PJ en 1990 à 17,7 PJ en 2003 (113 p. 100). En dépit de cette croissance rapide, la climatisation représentait seulement un peu plus de 1 p. 100 de la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel en 2003.

L'utilisation des climatiseurs est très courante dans certaines régions pour maintenir le confort des logements en été. Au cours d'une saison de climatisation typique à Toronto, la consommation d'un climatiseur individuel d'une puissance de 8 000 British thermal units (Btu) par heure s'établit entre 421 et 502 kilowattheures (kWh), selon l'efficacité de l'appareil[1], ce qui est similaire à la consommation annuelle d'un réfrigérateur neuf de 2003. Un climatiseur central est utilisé pour climatiser un grand espace tel qu'une maison. Ce type d'appareil (32 000 Btu par heure) peut consommer de 1 969 à 2 317 kWh pendant la saison de climatisation – ce qui équivaut approximativement à la consommation d'énergie annuelle d'un réfrigérateur neuf de 2003 combinée à celle d'une cuisinière et d'une sécheuse neuves de 2003. On compte actuellement près de deux fois plus d'appareils centraux que de plus petits appareils individuels moins énergivores (voir tableau 3.1).

Pourquoi la consommation d'énergie pour la climatisation augmente-t-elle si rapidement? L'activité a contribué à cette augmentation. Entre 1990 et 2003, alors que le nombre de ménages s'est accru de 23 p. 100 celui des climatiseurs a augmenté de 88 p. 100 (voir tableau 3.1). Les étés plus chauds que la moyenne depuis 1998 (excepté en 2000) peuvent avoir contribué à la hausse des achats de climatiseurs.

Tableau 3.1 Stock de climatiseurs, 1990 et 2003 (milliers)

Types de climatiseurs	1990	2003	Taux de croissance 1990-2003 (%)
Individuel	1 090	1 728	58
Central	1 376	2 919	112
Total	**2 466**	**4 647**	**88**

Source : Ressources naturelles Canada, Modèle d'utilisation finale pour le secteur résidentiel, février 2005.

Au Canada, les besoins en climatisation varient considérablement d'une région à l'autre. Comme on peut s'y attendre, c'est dans les provinces où les étés sont très chauds (p. ex., en Ontario, au Québec et au Manitoba), ou ayant le plus grand nombre de degrés-jours de réfrigération (DJR)[2], qu'on enregistre le taux de pénétration

[1] Ressources naturelles Canada, *Répertoire ÉnerGuide des climatiseurs individuels, 2004*, Ottawa, 2004, p. 80.
[2] Consulter l'annexe pour la définition des DJR.

suite

suite

le plus élevé des climatiseurs (voir tableau 3.2). C'est en Ontario que l'on retrouve 63 p. 100 de tous les climatiseurs utilisés au Canada, lesquels représentent 74 p. 100 de la consommation d'énergie pour la climatisation au pays en 2003.

Tableau 3.2 Variables explicatives de la climatisation pour certaines provinces

	DJR moyens par année	Taux de pénétration des climatiseurs – 2003	Part des climatiseurs (%) – 2003	Part de la consommation d'énergie des climatiseurs (%) – 2003
Québec	223	0,28	19	13
Ontario	242	0,65	63	74
Manitoba	178	0,65	6	7
Alberta	55	0,10	2	1
Canada	**171**	**0,38**	**100**	**100**

Source : Ressources naturelles Canada, Modèle d'utilisation finale pour le secteur résidentiel, février 2005.

Depuis 1990, le taux de pénétration des climatiseurs a augmenté considérablement. Afin d'établir le potentiel de croissance additionnelle de la consommation d'énergie liée à cette utilisation, on a posé la question suivante : À combien s'établirait la consommation d'énergie si tous les ménages canadiens possédaient un climatiseur[3]? Dans ce contexte, on estime qu'en 2003 la consommation d'énergie pour la climatisation aurait été de 37,4 PJ au lieu de 17,7 PJ, soit plus que le double de la consommation actuelle. En raison des étés chauds et du faible taux de pénétration actuel des climatiseurs, c'est au Québec que cette incidence serait la plus marquée, car la consommation d'énergie aurait été trois ou quatre fois plus élevée, passant de 2,4 à 8,5 PJ en 2003. Dans la simulation, les hausses de la consommation d'énergie étaient négligeables dans les régions plus froides, comme les provinces de l'Atlantique et les Territoires, où, même si l'on suppose que toutes les maisons étaient dotées d'un climatiseur, ce dernier serait peu utilisé.

Depuis 1995, les climatiseurs individuels et centraux sont visés par le *Règlement sur l'efficacité énergétique* du Canada. N'eût été de l'amélioration de l'efficacité des nouveaux appareils et du retrait des anciens appareils moins énergétiques, la croissance de la consommation d'énergie entre 1990 et 2003 aurait été environ 30 p. 100 plus élevée qu'elle ne l'a été[4]. Une réglementation plus rigoureuse concernant les climatiseurs individuels a été adoptée en avril 2003 et de nouvelles exigences réglementaires pour les climatiseurs centraux devraient entrer en vigueur le 26 janvier 2006. Compte tenu de la croissance rapide du taux de pénétration des climatiseurs au cours des dernières années, et de la possibilité d'une pénétration encore plus marquée, le Règlement devrait aider à modérer la croissance future de la consommation d'énergie pour la climatisation.

[3] On a présumé que les conditions météorologiques et la répartition entre les climatiseurs individuels et centraux étaient les mêmes qu'en 2003.

[4] Voir l'analyse de factorisation de la climatisation des locaux dans les tableaux d'analyse de l'*Évolution de l'efficacité énergétique au Canada*, à l'adresse Web oee.rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxanalyse2/res_00_1_f_1_1.cfm

Chapitre 4
Secteur commercial et institutionnel

Définition : Au Canada, le secteur commercial et institutionnel englobe les activités liées au commerce, à la finance, aux services immobiliers, aux administrations publiques, à l'éducation et aux services commerciaux (y compris le tourisme). Ces activités ont été groupées en dix types d'activités basées sur le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (voir l'encadré ci-dessous). Bien que l'éclairage des voies publiques soit compris dans la consommation d'énergie totale du secteur, il est exclu de l'analyse de factorisation car il n'est associé à aucune surface de plancher.

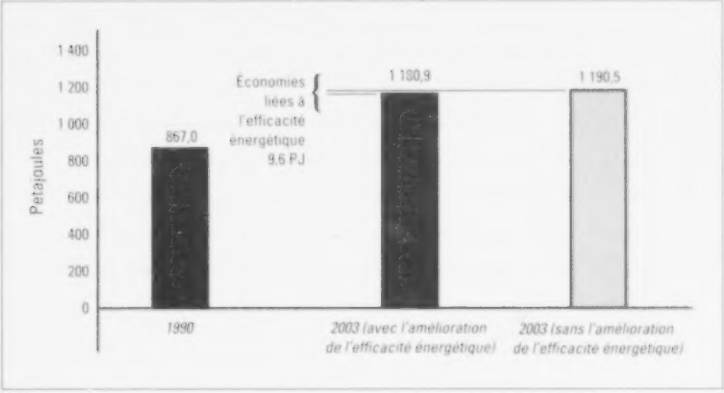
Changements des estimations des données de la surface de plancher du secteur commercial et institutionnel

Cette année, à la demande de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE), Informetrica Limited a ajusté ses estimations des données pour la surface de plancher du secteur commercial et institutionnel en fonction des catégories du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). Il s'est avéré nécessaire d'apporter ce changement afin d'assurer la compatibilité des données sur la surface de plancher avec les données sur la consommation d'énergie et les investissements, lesquelles sont recueillies en fonction des définitions du SCIAN. En raison des modifications apportées aux définitions, les données sur la surface de plancher sont fournies dans ce rapport pour dix types d'activités au lieu des neuf types de bâtiments utilisés dans les rapports précédents. Par ailleurs, on a maintenant exclu de la surface de plancher totale du secteur celle des installations industrielles qui était auparavant attribuée aux types de bâtiments commerciaux.

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie du secteur commercial et institutionnel a augmenté de 36 p. 100, soit de 313,9 PJ (figure 4.1). Par conséquent, les émissions de GES connexes (incluant celles liées à l'électricité et à l'éclairage des voies publiques) ont augmenté de 45 p. 100, soit 21,5 Mt. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 57 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 36 p. 100 observés.

En 2003, les activités liées aux soins de santé et à l'assistance sociale, dont l'intensité énergétique s'élevait à 3,1 GJ/m², étaient les plus énergivores du secteur commercial et institutionnel. Les services d'éducation affichaient l'intensité énergétique la moins élevée, soit de 1,3 GJ/m².

Figure 4.1 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)

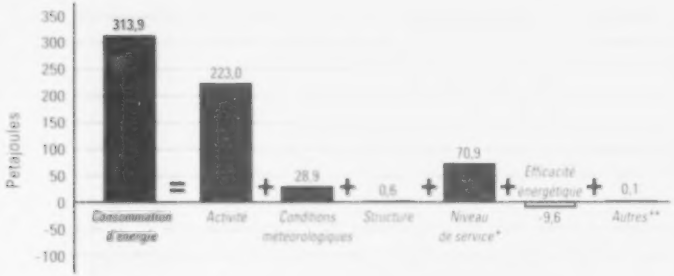


La figure 4.2 montre les différents facteurs influant sur la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

- une augmentation de 25 p. 100 de l'activité (surface de plancher) attribuable à la croissance économique[1], a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 223,0 PJ et des émissions de GES de 13,1 Mt;
- en 2003, l'hiver a été plus froid qu'en 1990 et l'été a été plus chaud que la normale, ce qui a donné lieu à une hausse de la demande d'énergie du secteur pour le chauffage et la climatisation des locaux de 28,9 PJ et des émissions de GES de 1,7 Mt;
- les changements observés dans la structure (composition des types d'activités) ont accru la consommation d'énergie de 0,6 PJ, ce qui a entraîné un changement marginal des émissions de GES;
- une augmentation du niveau de service de l'équipement auxiliaire, ou des taux de pénétration et de l'utilisation de l'équipement de bureau (p. ex., ordinateurs, télécopieurs et photocopieurs), a donné lieu à une hausse de la consommation d'énergie de 70,9 PJ et des émissions de GES de 4,2 Mt;
- l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur s'est traduite par des économies d'énergie de 9,6 PJ et une réduction des émissions de GES de 0,6 Mt.

[1] Il y a souvent un délai de deux à trois ans entre la décision de construire (fondée sur les conditions économiques du moment) et l'achèvement de la construction de la nouvelle surface de plancher.

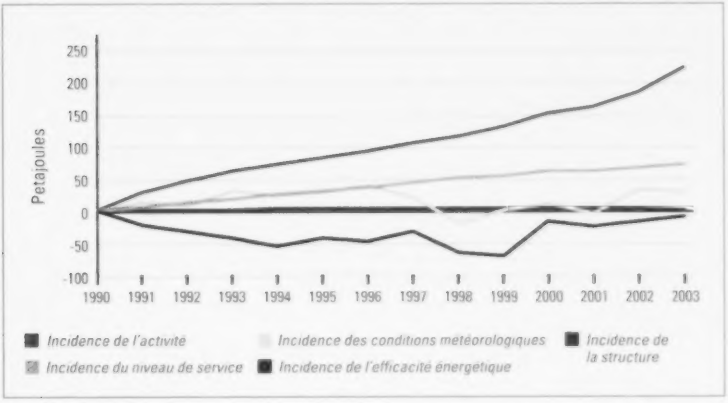
Figure 4.2 Incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (pétajoules)



* « Niveau de service » désigne le niveau de service de l'équipement auxiliaire.
** « Autres » désigne l'éclairage des voies publiques, lequel est exclu de l'analyse de factorisation mais compris dans la « consommation d'énergie ».

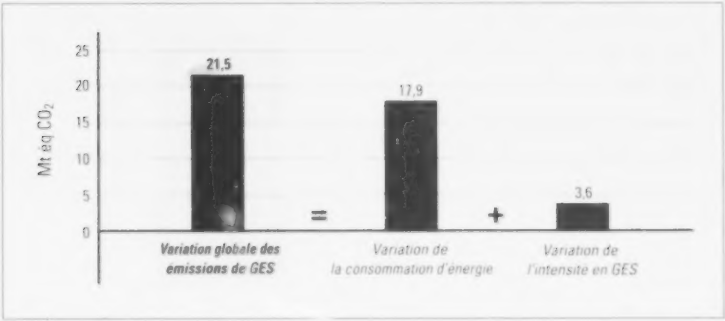
La figure 4.3 montre l'incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie. L'incidence des changements de structure a été marginale et il n'y a pas eu de tendances clairement définies concernant le climat. La croissance continue de l'activité et, dans une moindre mesure, du niveau de service entre 1990 et 2003 sont les facteurs qui ont le plus contribué à l'augmentation de la consommation d'énergie. L'amélioration de l'efficacité énergétique a ralenti cette hausse mais, depuis 1999, cette compensation s'est atténuée. Au début de cette période, l'augmentation relative de la consommation de gaz naturel aux dépens du mazout a aidé à améliorer l'efficacité énergétique. Après 1999, en raison d'une hausse rapide des prix du gaz naturel, on a assisté à l'augmentation relative de la consommation de mazouts légers, renversant une partie des gains antérieurs de l'efficacité. Une montée soudaine dans la consommation des mazouts lourds entre 2002 et 2003 a contribué davantage à la baisse de l'incidence de l'efficacité énergétique.

Figure 4.3 Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, aux conditions météorologiques, à la structure, au niveau de service et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



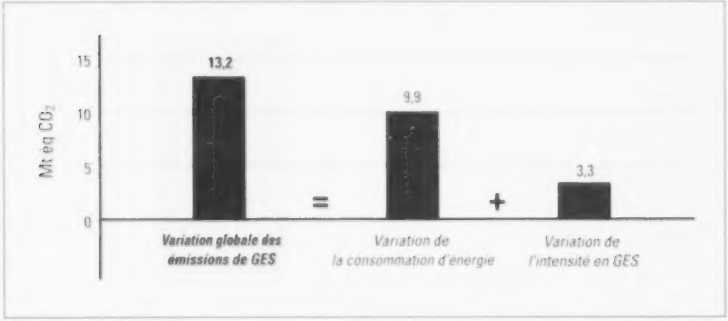
Comme l'illustre la figure 4.4, entre 1990 et 2003 on a enregistré une hausse de 45 p. 100, soit de 21,5 Mt, des émissions de GES attribuables au secteur commercial et institutionnel, incluant celles liées à l'électricité. La majeure partie de cette augmentation découle de l'accroissement de la consommation d'énergie, bien qu'une hausse de l'intensité en GES (attribuable à l'augmentation relative de la consommation des mazouts lourds) y ait aussi contribué. Malgré une baisse de la part d'électricité au cours de la période visée, l'augmentation de l'intensité en GES liée à la production d'électricité a contribué à l'intensité élevée en GES à l'échelle du secteur.

Figure 4.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Si l'on exclut les émissions liées à l'électricité, on constate qu'en 2003 les émissions de GES étaient de 51 p. 100 plus élevées qu'en 1990, soit 13,2 Mt de plus (figure 4.5). L'augmentation de l'intensité en GES de l'énergie consommée est attribuable à l'augmentation relative de la consommation de mazouts lourds.

Figure 4.5 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Avantages des toitures vertes sur la consommation d'énergie et les GES connexes

Une « toiture verte », ou toiture-jardin, toiture sur laquelle on fait pousser des végétaux, permet une réduction des besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation. En Europe cette technologie existe déjà depuis vingt ans. Par exemple, pour promouvoir l'aménagement de toitures-jardins en Allemagne[2], plus de 40 p. 100 des villes offrent des incitatifs aux propriétaires de maisons ou d'édifices. Au Canada, les toitures vertes sont un concept assez récent et, de ce fait, moins répandues.

La technologie des toitures vertes est très flexible. Elle peut être adaptée à tous les types de climats[3] et est utilisable sur tous les types de bâtiments (c.-à-d. résidentiel, commercial et industriel). Ces toitures peuvent être installées sur un toit en pente allant jusqu'à 40 p. 100 d'inclinaison. Il existe deux types de toitures vertes : extensif et intensif. Le type extensif demande peu d'entretien mais nécessite l'installation d'une mince couche de terre pour supporter des végétaux possédant des racines superficielles (herbe). Le type intensif, quant à lui, utilise une couche de terre plus épaisse permettant l'implantation d'une grande variété de plantes incluant des arbres et des arbustes, ce qui permet d'aménager des terrasses-jardins et des espaces publics. Les toitures vertes intensives nécessitent un système d'irrigation et de drainage; leur aménagement doit donc être prévu à la conception initiale du bâtiment. La rénovation d'un bâtiment déjà existant pour accommoder un tel toit serait trop coûteux. Par contre, les toitures de type extensif peuvent être ajoutées à des bâtiments existants.

Afin de quantifier les avantages des toitures vertes, l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches Canada (CNRC) a réalisé une étude utilisant une installation expérimentale située à Ottawa avec une toiture de 72 mètres carrés (m^2). La surface était divisée en deux sections : une toiture verte de type extensif a été installée sur l'une des deux sections alors que l'autre était demeurée inchangée et servait de référence pour l'expérience. Le tableau 4.1 résume les résultats du projet.

[2] Marie-Christine Tremblay, « Tendance : la toiture-jardin », www.decormag.com/decormag/client/fr/Chroniques/DetailNouvelle2.asp?idNews=2925&idSM=219, téléchargé en décembre 2004.
[3] SOPREMA, une société d'envergure internationale, spécialisée dans la fabrication de membranes d'étanchéité à base de bitume élastomère pour la construction, le génie civil et la protection de l'environnement, « SOPRANATURE : La nature règne sur les toits », greenbuilding.ca/soprema/sopran-f.htm, téléchargé en décembre 2004.

Tableau 4.1 Comparaison du flux thermique sur une toiture verte et un toit de référence, CNRC, Ottawa, 2000-2002

	Toit de référence	Toiture verte	Réduction (%)
Gain de chaleur	19,3 kWh/m²	0,9 kWh/m²	95
Perte de chaleur	44,1 kWh/m²	32,8 kWh/m²	26
Flux total de chaleur	**63,4 kWh/m²**	**33,7 kWh/m²**	**47**

Source : B. Baskaran et K. Liu, « The Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation », CNRC, Institut de recherche en construction, NRCC-46412, 2003.

La toiture verte a été très efficace en ce qui a trait à la réduction des gains de chaleur au printemps et en été, en procurant de l'ombrage, de l'isolation et du refroidissement par évaporation (de l'humidité dans le sol), ce qui a grandement amélioré l'efficacité énergétique. En automne et au début de l'hiver, elle a permis de réduire la perte de chaleur en procurant une isolation additionnelle. Cependant, une fois le sol gelé et le toit recouvert de neige, on notait peu de différence entre les deux toits en ce qui touche à l'efficacité énergétique. Globalement, la technologie de toiture verte réduit la consommation d'énergie et les GES connexes reliés au chauffage des locaux et à la climatisation. Néanmoins, tel qu'on le mentionne dans l'étude, le potentiel d'économie d'énergie qu'offrent les toitures vertes est plus grand dans les régions où le climat est plus chaud[4].

Outre les économies d'énergie qu'elles procurent, les toitures vertes protègent les toits des bâtiments contre les effets dégradants de la chaleur, aident au prolongement de leur durée de vie et réduisent les coûts d'entretien. De plus, l'installation d'un nombre suffisant de toitures vertes contribuerait à réduire l'effet d'îlot thermique, défini comme un dôme d'air chaud et pollué qui couvre une zone urbaine et qui emprisonne la chaleur, faisant ainsi augmenter la température. Selon Environnement Canada, l'aménagement à Toronto de 6 p. 100 des toits disponibles en toitures vertes permettrait de diminuer la température de cette ville de 1 °C à 2 °C. Le CNRC estime qu'une réduction de 1 °C de l'effet d'îlot thermique entraînerait une baisse de 5 p. 100 de la demande en électricité pour la climatisation et la réfrigération, ce qui se traduirait par des économies de chauffage de 1 million $ par année[5]. Enfin, les toitures vertes filtrent et assainissent l'air ambiant, sans compter qu'elles ajoutent à l'esthétisme de l'espace environnant.

[4]B. Baskaran et K. Liu, « The Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation », CNRC, Institut de recherche en construction, NRCC-46412, 2003.

[5]Conseil national de recherches Canada, « Le gouvernement du Canada annonce que la multiplication des toitures-jardins réduirait grandement les gaz à effet de serre et améliorerait la qualité de l'air », salle de presse à l'adresse www.nrc-cnrc.gc.ca/newsroom/news/2002/green02-print_f.html), 9 octobre 2002.

suite

suite

Les toitures vertes, comme toute nouvelle technologie, n'ont pas que des avantages; leur coût d'installation constitue un inconvénient. Ce coût varie selon plusieurs facteurs tels que l'épaisseur de la couche de terre, le type de végétation plantée ainsi que les systèmes d'irrigation et de drainage utilisés. Par exemple, une toiture de type extensif avec membrane imperméable à l'eau munie d'un système d'irrigation coûterait[6] entre 129 et 258 $US/m^2, soit entre 12 et 24 $US/pi^2. Mais les prix varient. La toiture verte de l'immeuble à usage mixte Waterfall[7] à Vancouver, en Colombie-Britannique, installée en 2000 et 2001, a coûté 538 500 $CAN, soit environ 1 615 $CAN/m^2 (150 $/pi^2). Ce toit est aménagé avec les deux types de végétation : intensive et extensive.

Le risque d'infiltration d'eau et les coûts de réparation qui peuvent en découler constituent un autre désavantage des toitures vertes. Lorsqu'une infiltration survient, elle peut ne pas être détectée immédiatement, ce qui augmente les risques de détérioration du toit. Une fois l'infiltration détectée, il peut être difficile d'en trouver la source, ce qui augmente encore le coût des réparations. Pour découvrir ces problèmes, on suggère donc l'ajout d'un système de détection d'infiltrations, qui facilite la détection et la localisation des infiltrations, ainsi que d'un système d'étanchéité à haute résistance, qui minimise d'emblée les risques de fuites[8].

Bien que la proportion de toitures vertes au Canada soit encore faible par rapport à l'Europe, on y retrouve néanmoins quelques exemples[9] : l'hôtel Novotel à Montréal, la Bibliothèque de Vancouver et le siège social de Ducks Unlimited à Winnipeg. Quelques projets commerciaux et résidentiels de toitures vertes sont en cours, dont une vingtaine au Québec.

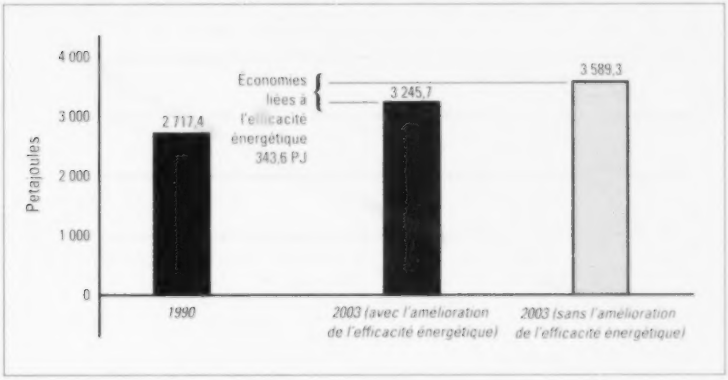
[6] Green Roofs for Healthy Cities, « About Green Roofs », www.greenroofs.org/index.php?page=aboutgreen, téléchargé en décembre 2004.
[7] Société canadienne d'hypothèques et de logement, « Toiture verte de l'immeuble Waterfall », www.cmhc-schl.gc.ca/fr/amquablo/toenha/inim_019.cfm, téléchargé en février 2005.
[8] Claudine Léger, spécialiste des toitures et de l'imperméabilisation, 18e conférence de l'Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie, Sherbrooke, avril 2004, téléchargé du site aqme.org/pros2003/activite/Congres/Congres18_2004/Conferences/ Claudine_Leger.pdf.
[9] Dany Laroche et coll., « Les toits verts aujourd'hui, c'est construire le Montréal de demain », mémoire présenté à l'Office de consultation publique de Montréal, juin 2004, téléchargé du site www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/41/8aa.pdf.

Chapitre 5
Secteur industriel

Définition : Le secteur industriel canadien englobe l'ensemble des industries manufacturières, l'exploitation minière, les activités forestières et la construction.

Entre 1990 et 2003, on a enregistré une hausse de la consommation d'énergie du secteur industriel de 19 p. 100, soit de 528,3 PJ (figure 5.1), et des émissions de GES connexes (incluant celles liées à l'électricité) de 19 p. 100, soit 27,2 Mt. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 32 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 19 p. 100 observés.

Figure 5.1 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)

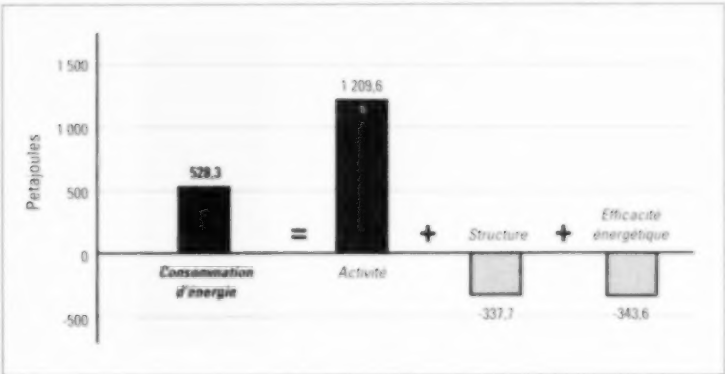


L'industrie des pâtes et papiers représentait 26 p. 100 de la consommation d'énergie du secteur industriel en 2003. Néanmoins, en raison de la part importante de biomasse dans la composition des combustibles, cette industrie n'a été responsable que de 14 p. 100 des émissions de GES connexes.

La figure 5.2 montre les différents facteurs ayant eu une incidence sur la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

- une augmentation de l'activité industrielle (une combinaison de PIB, de production brute et d'unités de production) de 45 p. 100 a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 1 209,6 PJ et des émissions de GES connexes de 62,9 Mt;
- les changements structurels observés dans le secteur industriel, plus particulièrement une baisse relative de l'activité des industries à forte intensité énergétique, ont contribué à réduire la consommation d'énergie du secteur de 337,7 PJ et les émissions de GES connexes de 17,5 Mt. Notez que les industries consommant plus de 6 MJ par dollar de PIB (p. ex., pâtes et papiers, raffinage pétrolier et chaux) représentaient 42 p. 100 de l'activité industrielle en 1990 comparativement à 25 p. 100 en 2003;
- l'efficacité énergétique accrue du secteur industriel s'est traduite par une réduction de la consommation d'énergie de 343,6 PJ et des émissions de GES connexes de 17,9 Mt.

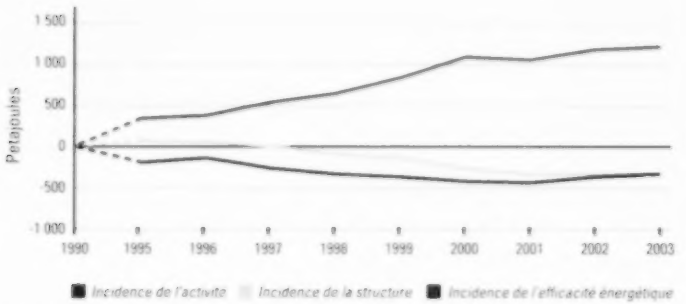
Figure 5.2 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (pétajoules)



Entre 1990 et 2003, l'incidence de l'activité sur la consommation d'énergie dans le secteur industriel a augmenté considérablement (figure 5.3). Entre 1995 et 2003, on enregistrait une hausse de l'activité pour toutes les années, sauf en 2001, alors que l'industrie canadienne a connu un ralentissement économique. De 1995 à 2003, l'incidence de l'efficacité énergétique a en partie contrebalancé l'augmentation de la consommation d'énergie découlant de l'activité. Cet effet compensatoire a toutefois été moins marqué depuis 2001. Entre 2000 et 2003,

des hausses de l'intensité énergétique dans certaines industries telles que l'exploitation minière en amont et la fonte et l'affinage de métaux non ferreux (excluant la production primaire d'alumine et d'aluminium) ont masqué les progrès réalisés par d'autres industries, expliquant en partie la baisse de l'efficacité énergétique. Cela peut aussi être attribuable à la substitution de combustibles au profit de combustibles plus énergivores, comme la biomasse, c'est-à-dire qui requièrent davantage d'énergie pour produire la même quantité d'énergie utile, ainsi qu'à des taux d'utilisation de la capacité moindres dans l'ensemble du secteur (voir l'encadré à la page 31). L'incidence de la structure montre que la croissance au sein de l'industrie canadienne touchait principalement les industries à forte intensité énergétique jusqu'en 1997, suivie d'un virage en faveur d'industries à intensité énergétique moindre, a contribué à réduire la hausse de la consommation d'énergie attribuable à l'activité.

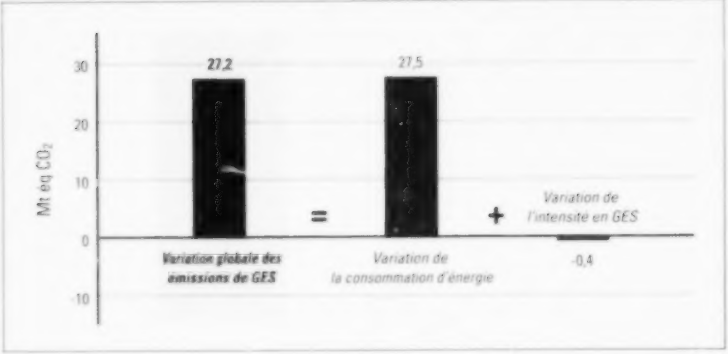
Figure 5.3 Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003* (pétajoules)



* Pour le rapport qui porte sur 2001, l'*Enquête sur la consommation industrielle d'énergie* a été convertie au SCIAN. Statistique Canada, à la demande de l'OEE, a révisé la série chronologique et produit des données industrielles basées sur le SCIAN pour 1990 et 1995-2000. Les données basées sur le SCIAN de plusieurs industries ne sont pas disponibles actuellement pour la période de 1991 à 1994, ce qui explique l'absence d'analyse pour cette période.

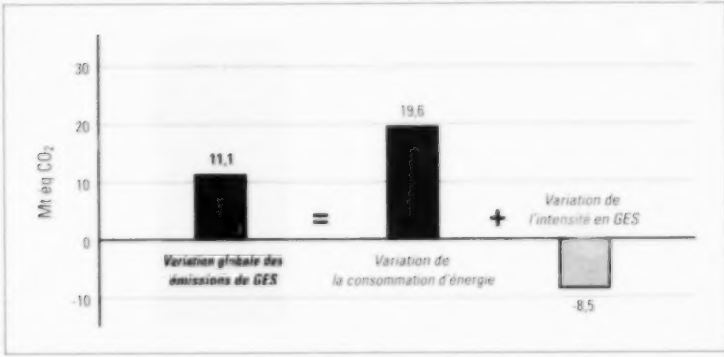
Comme l'illustre la figure 5.4, les émissions de GES du secteur industriel, incluant celles liées à l'électricité, ont été de 19 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, soit de 27,2 Mt de plus. Cette augmentation des émissions est principalement attribuable à la hausse de la consommation d'énergie. Le changement de l'intensité en GES était minime puisque l'utilisation accrue des combustibles à moins forte intensité en GES du secteur industriel a contrebalancé une intensité en GES plus élevée pour la production d'électricité.

Figure 5.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Si l'on exclut les émissions liées à l'électricité, on constate une hausse de 11 p. 100, soit de 11,1 Mt, des émissions de GES entre 1990 et 2003 (figure 5.5). L'augmentation relative de la consommation de biomasse ainsi qu'une baisse de la consommation de mazouts lourds, de coke et de gaz de fours à coke, expliquent la diminution de 7 p. 100 de l'intensité en GES au cours de la période visée.

Figure 5.5 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Incidence de l'utilisation de la capacité sur la consommation d'énergie

L'utilisation de la capacité est la mesure de la proportion dans laquelle les industries utilisent leur capacité de production. Elle correspond au pourcentage de la production réelle comparativement à la production potentielle et varie en fonction des niveaux de production. En général, une hausse du taux d'utilisation de la capacité est liée à une baisse de l'intensité énergétique (quantité d'énergie par unité de production). Une production plus élevée dans une installation existante permet à l'entreprise d'utiliser plus efficacement ses ressources.

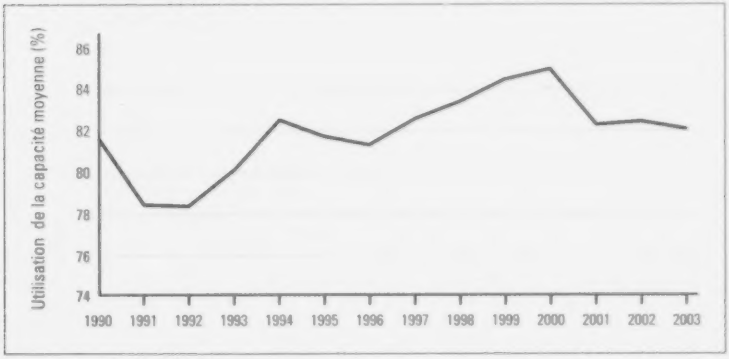
La consommation d'énergie d'une usine peut être divisée en deux catégories. D'abord, il y a les composants fixes de la consommation d'énergie. Ces derniers ne changent pas en fonction des niveaux de production et incluent notamment le chauffage des locaux ou l'éclairage des usines. Ils incluent également certains types d'équipement, comme les hauts fourneaux, lesquels consomment une certaine quantité d'énergie même lorsqu'ils ne produisent pas d'extrants. Ensuite vient la consommation d'énergie des composants variables, ceux-ci augmentent avec les niveaux de production. Ils tiennent compte, entre autres, des heures de fonctionnement additionnelles de l'équipement de production, ou le fait de remettre en service de vieux appareils. À court terme, une installation utilisera davantage sa capacité de production pour répondre à la demande accrue en produits. Lorsque la production augmente, les composants variables de la consommation d'énergie augmenteront au même taux ou légèrement plus rapidement (les vieux appareils peuvent être moins efficaces que les nouveaux) alors que les composants fixes de l'énergie sont répartis sur une plus grande production. Par conséquent, la consommation d'énergie augmentera plus lentement que les niveaux de production, diminuant ainsi l'intensité énergétique.

La figure 5.6 ci-dessous montre les taux moyens d'utilisation de la capacité du secteur industriel. Signalons que plus la production réelle se rapproche de la production potentielle (théorique) des installations existantes, plus le taux d'utilisation de la capacité se rapproche de 100 p. 100. Par contre, lorsque les taux de production diminuent dans les installations existantes, l'utilisation de la capacité baisse aussi. Comparativement à un faible taux de 78 p. 100 en 1991-1992 (attribuable à la récession), les taux d'utilisation de la capacité de l'industrie ont augmenté, atteignant 85 p. 100 en 2000. En 2001, en raison du ralentissement économique, on a observé une importante baisse du taux d'utilisation de la capacité. Par la suite, les taux sont demeurés stables jusqu'en 2003.

Suite

suite

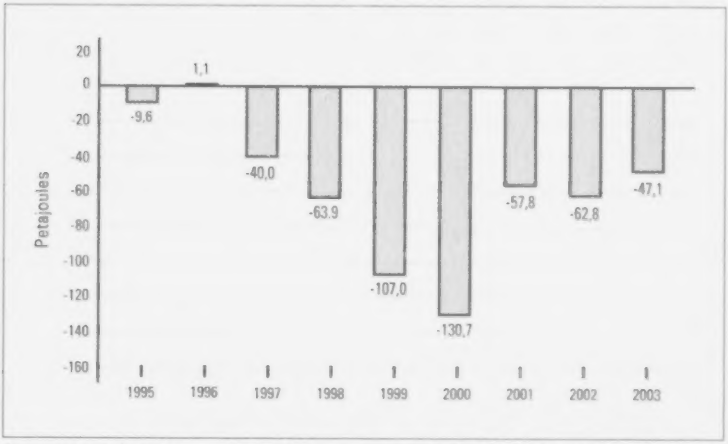
Figure 5.6 Utilisation de la capacité moyenne du secteur industriel, 1990-2003 (pourcentage)



Source : Statistique Canada, *L'Observateur économique canadien : Supplément statistique historique*, Ottawa, juillet 2004 (nº de cat. 11-210-X1B).

Une analyse de factorisation a été utilisée pour isoler l'incidence au cours de la période de 1995 à 2003 de l'augmentation de l'utilisation de la capacité sur les changements dans la consommation d'énergie comparativement à 1990 (voir figure 5.7). Les résultats appuient l'hypothèse déjà présentée dans l'analyse, c'est-à-dire qu'une hausse de l'utilisation de la capacité a aidé à réduire considérablement la consommation d'énergie dans le secteur industriel. En 2000 (si l'on suppose que tous les autres facteurs étaient demeurés constants), une hausse de 3 points de pourcentage du taux d'utilisation de la capacité depuis 1990 a réduit la consommation d'énergie de 130,7 PJ. Les économies d'énergie découlant de la hausse du taux d'utilisation de la capacité varient d'une année à l'autre, ce qui illustre la rapidité avec laquelle les entreprises peuvent modifier leur taux de production. Entre 1999 et 2000, l'utilisation de la capacité additionnelle a permis d'économiser 23,7 PJ de plus. Toutefois, les niveaux de production ont diminué entre 2000 et 2001 en raison du ralentissement de l'économie, ce qui a entraîné une réduction de 72,8 PJ des économies d'énergie découlant des économies d'échelle.

Figure 5.7 Incidence des changements dans l'utilisation de la capacité sur la consommation d'énergie depuis 1990, 1995-2003 (petajoules)



Source : Calcul effectué en utilisant les renseignements provenant du Modèle d'utilisation finale pour le secteur industriel de Ressources naturelles Canada.

Selon la méthode actuelle de factorisation, la mesure de l'incidence de l'efficacité énergétique tient compte de l'incidence de l'utilisation de la capacité. En 2003, les changements dans le taux d'utilisation de la capacité représentaient environ 14 p. 100 des gains d'efficacité énergétique du secteur.

Chapitre 6
Secteur des transports

Définition : Le secteur des transports englobe les activités liées au transport routier, ferroviaire, maritime et aérien des voyageurs et des marchandises. Il inclut aussi les véhicules hors route, comme les motoneiges et les tondeuses à gazon.

La consommation d'énergie liée au transport aérien non commercial et au transport hors route est comprise dans la consommation d'énergie du secteur. Toutefois, comme ces modes ne se rapportent pas au mouvement des voyageurs ou des marchandises comme tel, ils sont exclus de l'analyse de factorisation.

Vue d'ensemble

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie dans le secteur des transports a augmenté de 26 p. 100, passant de 1 877,9 à 2 361,3 PJ. Les émissions de GES connexes ont augmenté de 25 p. 100, passant de 135,0 à 168,8 Mt.

Comme le montre la figure 6.1, le transport des voyageurs a été le sous-secteur dont la consommation d'énergie a été la plus élevée en 2003, soit de 56 p. 100 du total du secteur, suivi du transport des marchandises de 40 p. 100, et des véhicules hors route, de 4 p. 100. Par contre, au chapitre de la croissance (figure 6.2), le transport des marchandises a connu l'évolution la plus rapide du secteur, représentant 56 p. 100 de la variation de la consommation d'énergie pour l'ensemble du secteur des transports. Signalons que les camions légers et lourds, avec une croissance combinée de 404,2 PJ, représentaient à eux seuls 84 p. 100 de l'ensemble de la croissance de la consommation d'énergie du secteur.

Figure 6.1 Distribution de la consommation d'énergie par sous-secteur du secteur des transports, 2003 (pourcentage)

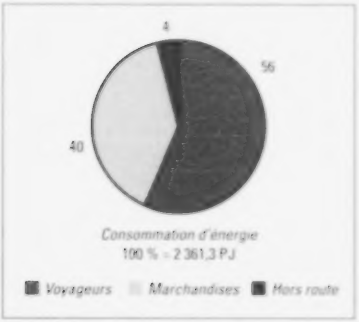
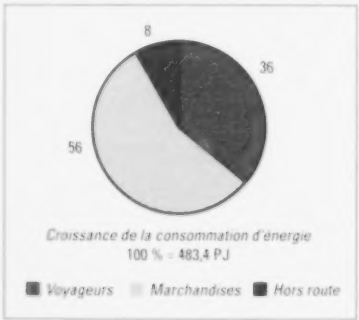


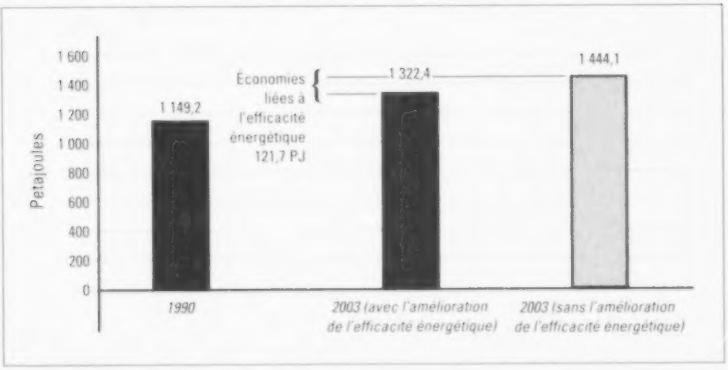
Figure 6.2 Variation de la consommation d'énergie par sous-secteur du secteur des transports, 1990-2003 (pourcentage)



Transport des voyageurs

Tel que l'illustre la figure 6.3, la consommation d'énergie liée au transport des voyageurs a augmenté de 15 p. 100, passant de 1 149,2 PJ en 1990 à 1 322,4 PJ en 2003. De même, les émissions de GES connexes se sont accrues de 14 p. 100, pour passer de 81,9 à 93,5 Mt[1]. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 26 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 15 p. 100 observés.

Figure 6.3 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)



Cette année, une nouvelle série chronologique a été développée pour le taux d'occupation des voitures et des camions légers. Puisque les taux d'occupation sont essentiels au calcul des voyageurs-kilomètres (la mesure d'activité du transport des voyageurs), ce changement a eu une incidence sur les résultats de la factorisation présentés à la figure 6.4. Comparativement aux rapports précédents, l'incidence de l'activité est notablement plus grande et, de ce fait, les améliorations de l'efficacité énergétiques ont également augmenté.

Comme l'illustre la figure 6.4, les facteurs suivants sont à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES :

- une augmentation de 27 p. 100 du nombre de voyageurs-kilomètres a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 289,2 PJ et des émissions de GES connexes de 20,4 Mt. Cette hausse du nombre de voyageurs-kilomètres est principalement attribuable à une augmentation de 73 p.100 de l'activité des camions légers et de 52 p. 100 de celle du transport aérien au cours de la période;

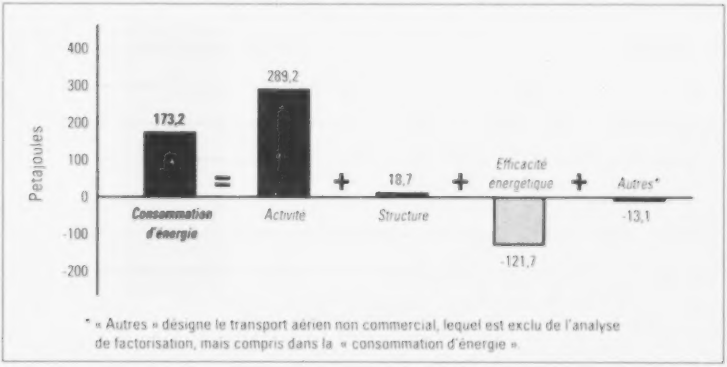
[1]Cette valeur inclut les émissions de GES se rapportant à la consommation d'électricité. L'électricité ne représente que 0,2 p. 100 de la consommation d'énergie liée au transport des voyageurs et elle est surtout attribuable au transport urbain.

- les variations dans la combinaison des modes de transport, c'est-à-dire dans la part relative du nombre de voyageurs-kilomètres attribuable aux transports aérien, ferroviaire et routier, sont utilisées pour mesurer les variations de la structure. La popularité croissante des mini-fourgonnettes et des véhicules utilitaires sport (VUS) a considérablement accru la part des camions légers comparativement aux autres modes de transport, entraînant une hausse de la consommation d'énergie de 18,7 PJ et des émissions de GES connexes de 1,3 Mt;

Si la puissance des moteurs de voitures était demeurée aux niveaux de 1990, les modèles d'aujourd'hui seraient environ 33 p. 100 plus économétiques, permettant aux propriétaires de véhicules de réduire leurs coûts de carburant de plus de 400 $ par 20 000 kilomètres.

- l'amélioration de l'efficacité énergétique globale du transport des voyageurs a permis de réduire la consommation d'énergie de 121,7 PJ et les émissions de GES connexes de 8,6 Mt. Malgré la popularité croissante des véhicules légers plus gros, plus lourds et plus puissants, les véhicules légers (automobiles, camions légers et motocyclettes) du transport des voyageurs ont contribué à réduire la consommation d'énergie de 93,6 PJ, alors que le transport aérien a permis une diminution de 23,2 PJ.

Figure 6.4 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)

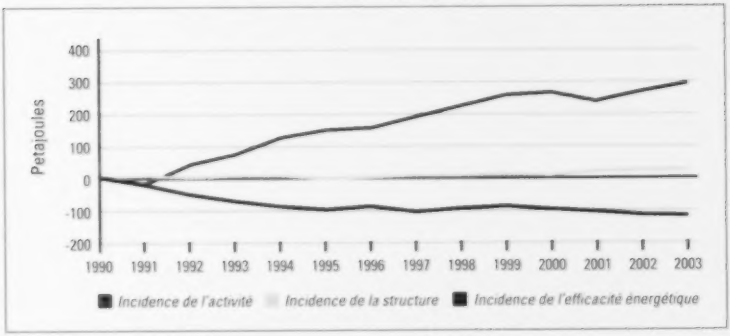


* « Autres » désigne le transport aérien non commercial, lequel est exclu de l'analyse de factorisation, mais compris dans la « consommation d'énergie ».

La figure 6.5 illustre l'évolution de l'incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie pour le transport des voyageurs au cours de la période 1990-2003. L'activité a été le principal facteur contribuant à l'augmentation de la consommation d'énergie du transport des voyageurs. Le nombre croissant de voyageurs-kilomètres des camions légers

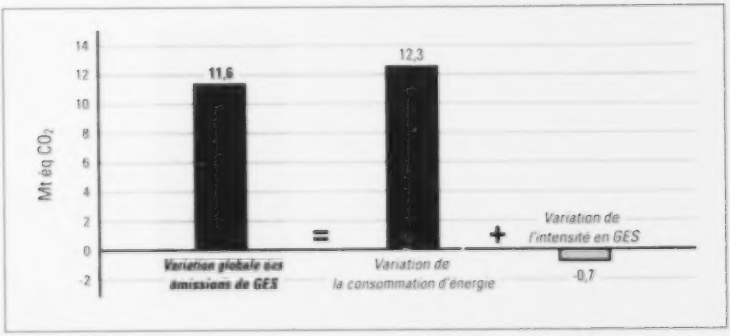
a entraîné une hausse de l'incidence de la structure (changements dans la part d'activité de chaque mode de transport) sur la consommation d'énergie. Cette incidence fut toutefois moindre que celle de l'activité. En raison de la stabilisation de la consommation de carburant en laboratoire (en litres par 100 kilomètres [L/100 km]) pour les nouvelles automobiles et les nouveaux camions légers depuis 1985, l'efficacité énergétique, quant à elle, s'est peu améliorée depuis 1994.

Figure 6.5 Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



Comme le montre la figure 6.6, les émissions de GES se rapportant au transport des voyageurs ont été 14 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivaut à 11,6 Mt. Cette hausse s'explique principalement par une consommation d'énergie plus élevée puisque l'intensité en GES de l'énergie consommée a légèrement diminué au cours de la période visée.

Figure 6.6 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)

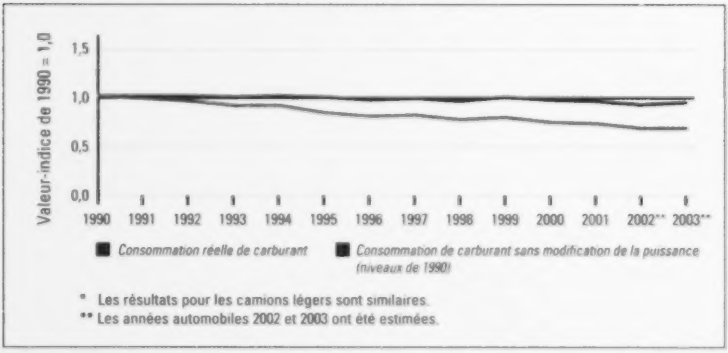


Rôle de la consommation de carburant[2] dans le choix d'un véhicule personnel

Dans leur décision d'achat ou de location d'un véhicule neuf, les consommateurs examinent divers facteurs, notamment la performance, le confort, la sécurité, le prix et la consommation de carburant. Au cours des dix dernières années, les consommateurs ont affiché une nette préférence pour les véhicules très performants. Pour répondre à cette demande, l'industrie automobile a délaissé les améliorations de l'économie de carburant des véhicules neufs au profit de moteurs plus puissants. Par conséquent, la puissance moyenne, mesurée en horsepower (hp) des automobiles destinées au marché canadien a augmenté de 32 p.100, passant de 118 hp pour l'année automobile de 1990 à 156 hp pour l'année automobile de 2003.

La consommation de carburant mesurée en laboratoire des automobiles est demeurée relativement stable pour les années automobiles de 1990 à 2003, enregistrant une amélioration d'environ 6 p. 100 (de 8,1 L/100 km à 7,6 L/100 km). Si la performance des automobiles (c.-à-d. la puissance [hp]) était demeurée aux niveaux de 1990, mais que tous les autres facteurs avaient connu la même évolution, les automobiles d'aujourd'hui afficheraient une efficacité d'environ 33 p. 100 supérieure (voir figure 6.7) aux niveaux actuels.

Figure 6.7 Consommation de carburant des automobiles, tenant compte ou non de la modification de la puissance, pour les années automobiles de 1990 à 2003* (valeur-indice de 1990 = 1,0)



* Les résultats pour les camions légers sont similaires.
** Les années automobiles 2002 et 2003 ont été estimées.

Source : Transports Canada, *Système d'information sur l'économie de carburant des véhicules automobiles 1979-2001*, Ottawa, octobre 2003.

[2]Pour l'analyse, la consommation de carburant désigne le nombre de litres consommés par un véhicule pour parcourir une distance de 100 kilomètres.

suite

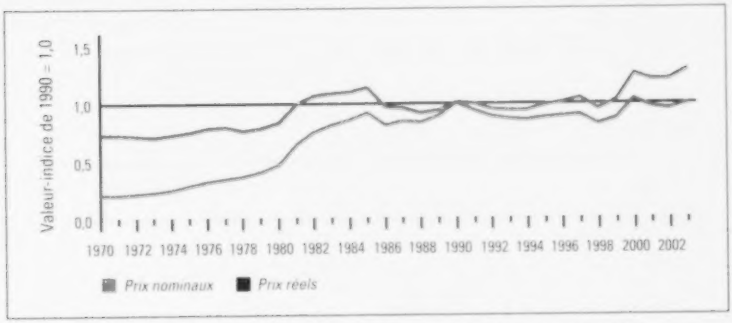
suite

Les Canadiens accorderont-ils davantage d'importance à la consommation de carburant qu'à la performance dans leur décision d'achat? L'avenir nous le dira. Selon les sondages auprès des propriétaires de véhicules réalisés en 2001 et 2002[3] par l'Association canadienne des automobilistes (CAA), la fiabilité, la performance et le prix étaient les trois principaux facteurs dont les consommateurs tenaient compte dans le choix d'un véhicule. La consommation de carburant se classait au quatrième rang dans les deux années du sondage. Bien que ce résultat soit encourageant, des analyses plus poussées montrent que cette grande préoccupation pour la consommation de carburant tient davantage au fait que les consommateurs souhaitent réduire les coûts d'utilisation plutôt que de protéger l'environnement. Dans une enquête réalisée en 2002 par Ipsos-Reid à la demande de Ressources naturelles Canada[4], les préoccupations environnementales n'avaient qu'une petite incidence sur le choix d'un véhicule neuf. Cela s'explique notamment par le fait que les Canadiens ne semblent pas réaliser l'importance de la réduction de leur propre consommation de carburant sur les émissions de GES à l'échelle du pays.

C'est au cours des deux crises du pétrole des années 70 que les conducteurs ont commencé à se préoccuper de la consommation de carburant. Les prix nominaux de l'essence, non ajustés en fonction de l'inflation, ont augmenté de 130 p. 100 entre 1979 et 1985, année où ils étaient les plus élevés (voir figure 6.8). Ce qui a incité les consommateurs à opter pour des automobiles compactes et équipées de plus petits moteurs (4 cylindres au lieu de 6 ou 8), dont les coûts d'utilisation sont moins élevés (voir figure 6.9). Ce type de véhicule a été introduit sur le marché par les constructeurs japonais, mais leurs concurrents nord-américains ont rapidement emboîté le pas. Cependant, dès que les prix de l'essence se sont stabilisés en 1986, la grande préférence des consommateurs pour la performance et les moteurs V6 a refait surface (figure 6.9). On a également observé un virage marqué vers les véhicules plus gros. La mini-fourgonnette, qui a commencé à remplacer les grosses automobiles comme les familiales, a fait son entrée sur le marché en 1987 et peu après, les VUS ont commencé à gagner la faveur des consommateurs. Au cours des années 90, les coûts d'utilisation étaient faibles en raison de la stabilité des prix de l'essence; par conséquent, dans le but de plaire aux consommateurs, les constructeurs ont continué à privilégier la taille et la performance accrue des modèles neufs au détriment de l'amélioration de la consommation de carburant.

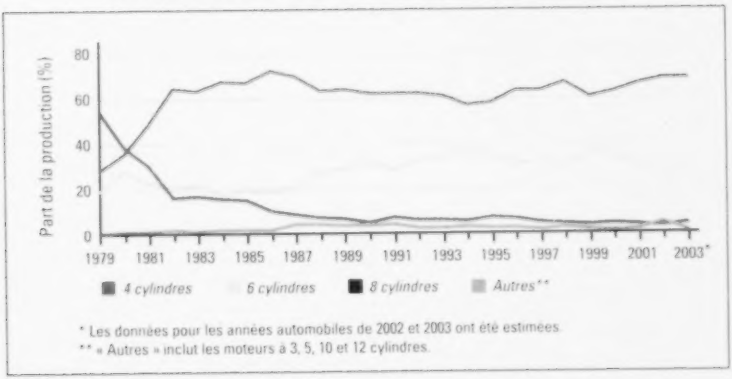
[3]Association canadienne des automobilistes, *Sondage auprès des propriétaires de véhicules*, sondage de 2002 téléchargé le 18 janvier 2005 du site www.caa.ca/f/automobile/vehicules-sondage.shtml;
Desrosiers Automotive Consultants Inc, *The Need for Dialogue: A Perspective on Vehicle Safety*, sondage 2001 de la CAA, téléchargé le 18 janvier 2005 du site www.desrosiers.ca/drobservations2002.html.
[4]Ipsos-Reid Corporation, *New Vehicle Owners/Lessors – Vehicle Purchase/Lease Behaviour*, rapport préliminaire produit pour Ressources naturelles Canada, 2003, p. 62.

Figure 6.8 Prix réels et nominaux de l'essence, 1970-2003 (valeur-indice de 1990 = 1,0)



Source : Statistique Canada, *Guide statistique sur l'énergie*, Ottawa, août 2004 (nº de cat. 57-601-XIF), et Informetrica Limited, *TI Model and National Reference Forecast*, Ottawa, janvier 2005.

Figure 6.9 Nombre de cylindres du moteur des automobiles canadiennes neuves, années automobiles de 1979 à 2003 (pourcentage)



* Les données pour les années automobiles de 2002 et 2003 ont été estimées.
** « Autres » inclut les moteurs à 3, 5, 10 et 12 cylindres.

Source : Transports Canada, *Système d'information sur l'économie de carburant des véhicules automobiles 1979-2001*, Ottawa, octobre 2003.

suite

suite

D'autres facteurs compensent toutefois cette tendance en faveur des véhicules plus énergivores. En raison des préoccupations à l'égard de l'environnement et de la qualité de l'air, plusieurs pays ont adopté ces dernières années des règlements sur la consommation d'énergie ou des objectifs en matière d'émissions de GES pour les véhicules neufs. Cela a stimulé la mise au point de diverses technologies nouvelles, par exemple les véhicules électriques et hybrides qui font leur entrée sur le marché canadien. Par ailleurs, depuis 2000, la hausse des prix du carburant, qui entraîne une augmentation des coûts de possession et d'utilisation des gros véhicules, a incité les consommateurs à réévaluer leurs préférences. Selon l'enquête susmentionnée de la société Ipsos-Reid, une fois que les consommateurs ont choisi une catégorie ou un type de véhicule, ils se préoccupent davantage de l'économie de carburant. Il semble que certains consommateurs soient disposés à payer davantage pour obtenir un véhicule écoénergétique et utiliser des carburants produisant moins d'émissions (comme l'éthanol et le biodiesel) pourvu que cela ne nuise pas à la fiabilité, au confort ou à la performance du véhicule.

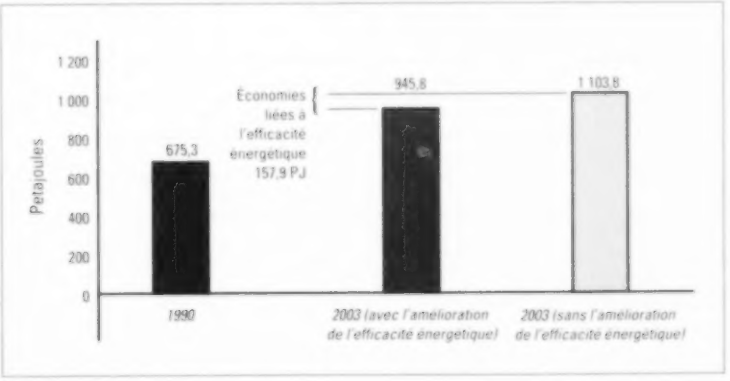
Transport des marchandises

Au Canada, le sous-secteur du transport des marchandises comprend quatre principaux modes, à savoir le transport routier (camions), ferroviaire, maritime et aérien. En 2003, le transport routier était à l'origine de 80 p. 100 de la consommation d'énergie liée au transport des marchandises, contre 11 p. 100 pour le transport maritime, 8 p. 100 pour le transport ferroviaire, et 1 p. 100 pour le transport aérien. Les émissions totales de GES liées au transport des marchandises sont attribuables au transport routier dans une proportion de 79 p. 100, suivi des transports maritime, ferroviaire et aérien, dans une proportion de 11, 8 et 1 p. 100, respectivement.

Pour le transport des marchandises, la part de la consommation d'énergie des camions est passée de 71 à 80 p. 100 entre 1990 et 2003. Dans l'ensemble, la croissance de la consommation d'énergie des camions assurant le transport de marchandises était supérieure (281,0 PJ) à celle de l'ensemble du sous-secteur du transport des marchandises (270,5 PJ).

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie liée au transport des marchandises a augmenté de 40 p. 100, soit de 270,5 PJ (figure 6.10). Les émissions de GES connexes étaient de 40 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivaut à 19,5 Mt de plus. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 63 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 40 p. 100 observés.

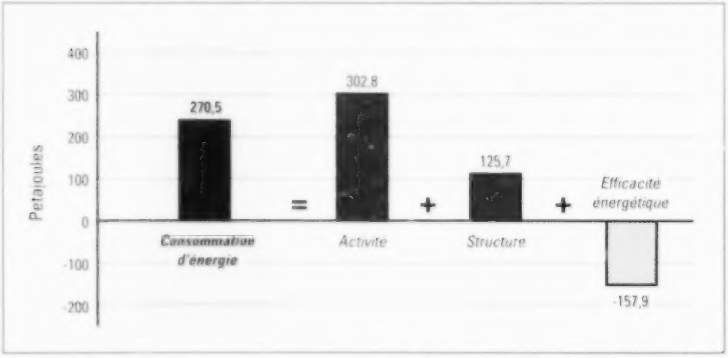
Figure 6.10 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (pétajoules)



La figure 6.11 montre les différents facteurs qui sont à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

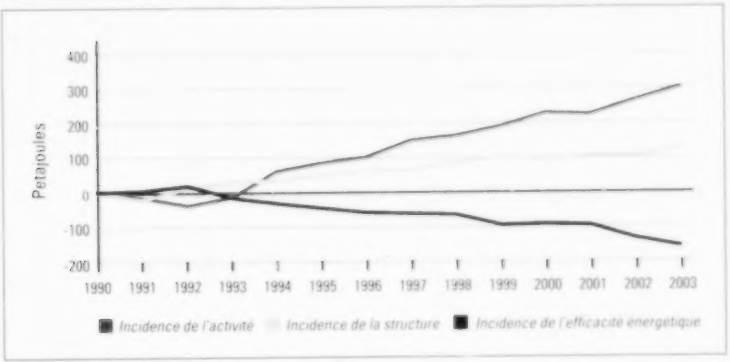
- une augmentation de l'activité de 46 p. 100 (nombre de tonnes-kilomètres transportées), découlant du libre-échange et de la déréglementation des industries du camionnage et du transport ferroviaire, a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 302,8 PJ et des émissions de GES connexes de 22,1 Mt;
- les changements observés dans la structure du transport des marchandises (changements dans l'activité entre les modes de transport), en particulier une augmentation de la part des marchandises transportées par camion lourd par rapport à celles transportées par d'autres modes, étaient attribuables à une croissance du commerce international et de la livraison « juste à temps » exigée par les clients. Ces changements se sont traduits par une augmentation de la consommation d'énergie du sous-secteur de 125,7 PJ et des émissions de GES de 9,2 Mt;
- une efficacité énergétique accrue du transport des marchandises a entraîné une économie d'énergie de 157,9 PJ et une réduction des émissions de GES de 11,5 Mt. Cette amélioration de l'efficacité énergétique est principalement attribuable aux camions lourds et au transport ferroviaire.

Figure 6.11 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (pétajoules)



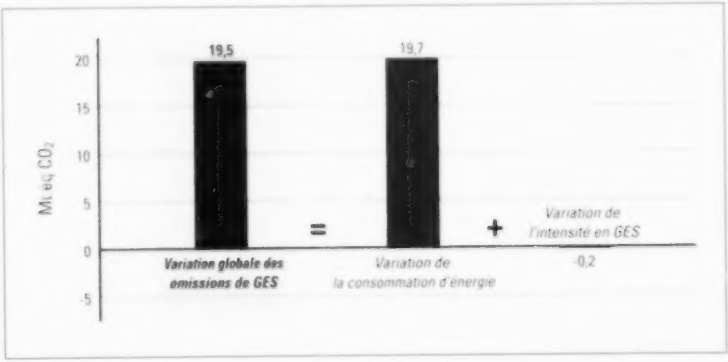
La figure 6.12 illustre l'évolution de l'incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique du transport des marchandises sur la consommation d'énergie entre 1990 et 2003. Quoique partiellement contrebalancées par l'amélioration considérable de l'efficacité énergétique, la croissance constante de l'activité et l'utilisation accrue des camions lourds pour le transport des marchandises (structure) au cours de la période visée ont entraîné une augmentation de la consommation d'énergie dans le sous-secteur du transport des marchandises.

Figure 6.12 Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, la structure et l'efficacité énergétique, 1990-2003 (pétajoules)



La hausse de la consommation d'énergie a entraîné une augmentation des émissions de GES provenant du transport des marchandises. Cette augmentation est presque entièrement attribuable à la hausse de la consommation d'énergie, l'intensité en GES de l'énergie consommée n'ayant que légèrement diminué au cours de la période visée. Comme le montre la figure 6.13, les émissions de GES attribuables au transport des marchandises étaient de 40 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, soit 19,5 Mt de plus.

Figure 6.13 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)

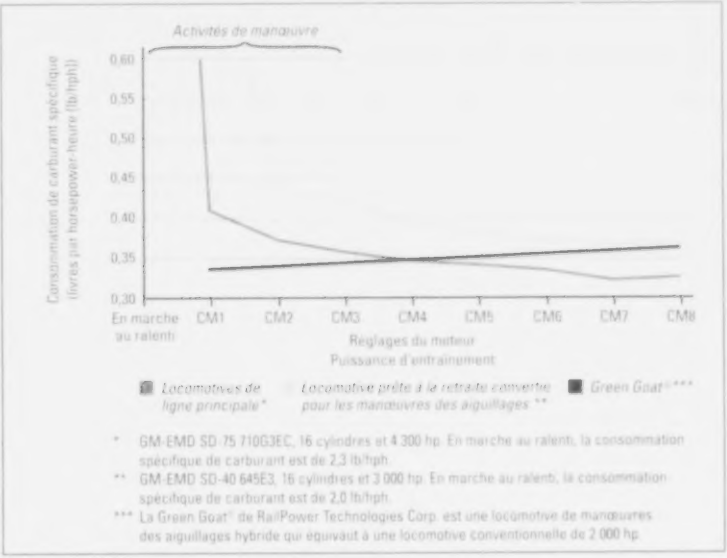


Locomotives de transport de marchandises : Applications de la technologie hybride

Le mode du transport ferroviaire des marchandises a amélioré considérablement son intensité énergétique au Canada depuis 1990. Entre 1990 et 2003, elle est passée de 0,34 à 0,22 mégajoules par tonne-kilomètre, une amélioration de 35 p. 100. Il existe cependant des possibilités de réduire davantage la consommation d'énergie. De nouvelles technologies, notamment les locomotives hybrides, qui permettraient de réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes, pourraient avoir des applications pratiques dans le mode ferroviaire.

Une locomotive compte habituellement huit crans de marche (réglages de puissance comme les engrenages ou les vitesses). Des crans de marche particuliers conviennent à certaines tâches. Par exemple, afin de transporter des marchandises du point A au point B, un train a besoin de vitesse et fonctionne donc aux crans de marche les plus élevés. Toutefois, au centre de triage, où les trains sont assemblés (attelage des wagons à la locomotive) et les wagons sont déplacés d'une voie à l'autre, une locomotive fonctionnera sur près de 95 p. 100 de son cycle d'utilisation en marche au ralenti ou aux trois premiers crans de marche. La technologie des locomotives hybrides convient bien aux situations d'arrêt-démarrage des centres de triage : le moteur ne tourne pas au ralenti et il est plus efficace qu'un moteur diesel lorsque la locomotive fonctionne aux crans de marche moins élevés (voir figure 6.14).

Figure 6.14 Consommation de carburant d'une locomotive selon le réglage du régime et du moteur



* GM-EMD SD-75 710G3EC, 16 cylindres et 4 300 hp. En marche au ralenti, la consommation spécifique de carburant est de 2,3 lb/hph.

** GM-EMD SD-40 645E3, 16 cylindres et 3 000 hp. En marche au ralenti, la consommation spécifique de carburant est de 2,0 lb/hph.

*** La Green Goat® de RailPower Technologies Corp. est une locomotive de manœuvres des aiguillages hybride qui équivaut à une locomotive conventionnelle de 2 000 hp.

Source : Robert Dun et Peter Eggleton, « Influence of Duty Cycles and Fleet Profile on Emissions from Locomotives in Canada », préparé pour le Centre de développement des transports de Transports Canada, juin 2002, et renseignements obtenus de Ray Cousineau, RailPower Technologies Corp., février 2005.

Les activités de manœuvre des locomotives ne produisent pas de revenus, mais elles jouent un rôle important dans la préparation des expéditions afin que les marchandises arrivent à destination en temps opportun. Pour ces activités, les entreprises ferroviaires peuvent avoir recours à des locomotives de manœuvre, lesquelles sont de conception lourde afin de maximiser la traction. Toutefois, les exploitants de centre de triage hésitent à acheter de l'équipement neuf (près de 1,2 million $US) ou remis à neuf (environ 750 000 $US) conçu spécialement pour le travail de manœuvre. À la place, ils convertissent souvent de vieilles locomotives prêtes à être retirées du service (aucun investissement requis) pour effectuer les activités de manœuvre (coût d'entretien d'environ 250 000 $US pour une période de 8 à 10 ans).

suite

suite

RailPower Technologies Corp. est une entreprise canadienne qui a mis au point et fait breveter une technologie hybride pour les locomotives de centre de triage et de ligne qui pourrait modifier les méthodes actuelles. Les modèles hybrides sont des locomotives remises à neuf. Le gros moteur diesel et le générateur de la locomotive sont remplacés par un moteur beaucoup plus petit (de 72 à 96 p. 100 moins puissant) qui charge une série de batteries, alors que les niveaux de puissance sont réglés par un système de gestion de l'énergie. Une locomotive de manœuvre hybride d'une puissance équivalant à 2 000 hp coûte environ 750 000 $ US. Cependant, la locomotive hybride présente des avantages comparativement aux locomotives de manœuvres ordinaires : elle offre une puissance de traction beaucoup plus grande, elle peut effectuer au moins 30 p. 100 plus de travail, elle est plus fiable; ses coûts d'entretien sont par conséquent moins élevés, et son petit moteur réduit considérablement les coûts de carburant. Si l'on tient compte de ces avantages, les coûts d'investissement d'une locomotive hybride peuvent être récupérés en moins de trois ans[5].

Outre sa rentabilité, la locomotive hybride de RailPower présente une configuration qui permet de réduire considérablement la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes, comparativement à une locomotive transformée pour les activités de manœuvre. Les données d'utilisation de RailPower montrent que l'un de ses modèles hybrides (la Green Goat™) peut réduire de 40 à 70 p. 100 la consommation de carburant et les émissions de GES connexes et diminuer de 80 à 90 p. 100 les émissions des principaux contaminants atmosphériques, comme les oxydes nitreux et les particules de diesel[6]. Les réductions sont plus marquées pour les activités de manœuvre requérant une grande puissance ou menées de façon continue. En remplaçant le parc de 500 locomotives de manœuvre en service au Canada par des modèles hybrides, on pourrait réduire les émissions de GES d'environ 135,5 kilotonnes par an[7].

[5] Renseignements obtenus de Nigel Horsley, RailPower Technologies Corp., 11 janvier 2005.
[6] RailPower Technologies Corp., « Hybrid Locomotives: Benefits », www.railpower.com/products_hl_benefits.html, téléchargé le 18 janvier 2005, et renseignements obtenus de Nigel Horsley, RailPower Technologies Corp., 26 janvier 2005.
[7] On présume que le remplacement des locomotives de manœuvre diesels par des véhicules hybrides permettrait de réduire de 271 tonnes les émissions de GES annuelles par véhicule.

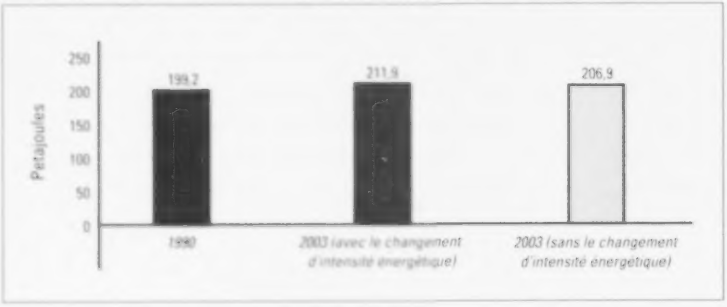
Chapitre 7
Secteur agricole

Définition : Le secteur agricole du Canada englobe tous les types d'exploitations agricoles, incluant les fermes d'élevage et la culture de grande production, notamment de céréales et d'oléagineux. Il inclut également les activités liées à la chasse et au piégeage. Les données présentées dans ce chapitre se rapportent à la consommation d'énergie attribuable à la production agricole. Elles englobent la consommation d'énergie des établissements qui exercent des activités agricoles et qui fournissent des services au secteur agricole.

Entre 1990 et 2003, on a enregistré dans le secteur agricole une hausse de la consommation d'énergie de 6 p. 100, soit de 12,7 PJ (figure 7.1) et des émissions de GES connexes du secteur (y compris celles liées à l'électricité) de 9 p. 100, soit 1,2 Mt. En raison du manque de données désagrégées, ce rapport ne fait pas état de l'évolution de l'efficacité énergétique dans le secteur agricole, mais indique toutefois l'évolution de l'intensité énergétique (rapport entre la consommation d'énergie et l'activité).

Dans les provinces des Prairies, la part de la consommation d'énergie secondaire du secteur agricole s'élevait à 52 p. 100 en 2003, soit une baisse comparativement à la part de 62 p. 100 en 1990.

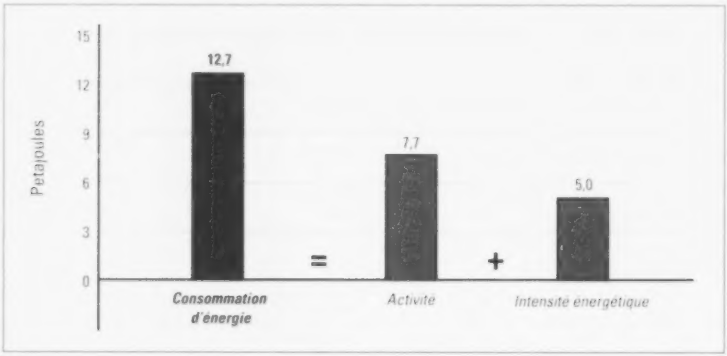
Figure 7.1 Consommation d'énergie, tenant compte ou non du changement dans l'intensité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)



La figure 7.2 montre les facteurs à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

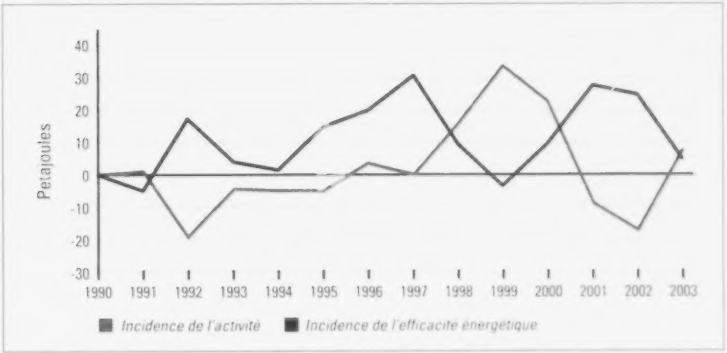
- une augmentation de l'activité de 4 p. 100 (PIB du secteur agricole en dollars constants de 1997) a entraîné une augmentation de la consommation d'énergie de 7,7 PJ et des émissions de GES connexes de 0,5 Mt;
- une augmentation de 2 p. 100 de l'intensité énergétique du secteur s'est traduite par une hausse de 5,0 PJ de la consommation d'énergie et de 0,4 Mt des émissions de GES.

Figure 7.2 Incidence de l'activité et de l'intensité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)



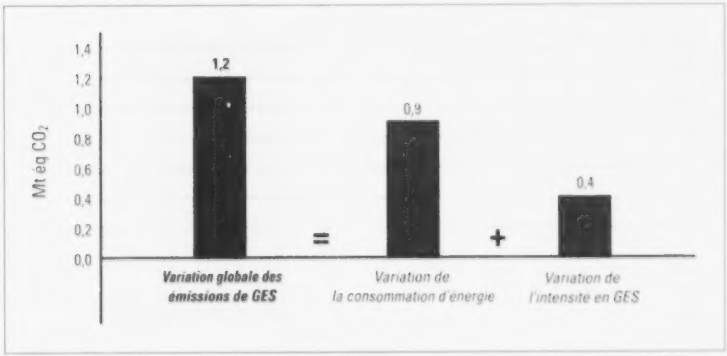
Comme l'illustre la figure 7.3, on ne retrouve pas de tendances claires, que ce soit pour l'activité ou l'intensité énergétique. L'intensité énergétique, en particulier, semble très volatile, fluctuant rapidement d'une année à l'autre. En 2003, après plusieurs années de décroissance continue, l'activité a rebondi, entraînant à la baisse l'intensité énergétique.

Figure 7.3 Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité et à l'intensité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



Comme l'indique la figure 7.4, les émissions de GES attribuables au secteur agricole (y compris les émissions liées à l'électricité) étaient de 9 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, soit 1,2 Mt de plus. Cet accroissement était attribuable à la hausse de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES des combustibles utilisés. La hausse de l'intensité en GES s'explique par une augmentation de l'intensité en GES de la production d'électricité et par une augmentation relative de la consommation de carburants à plus haute intensité en GES. Par exemple, la part de la consommation d'énergie du carburant diesel est passée de 36 p. 100 en 1990 à 41 p. 100 en 2003.

Figure 7.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



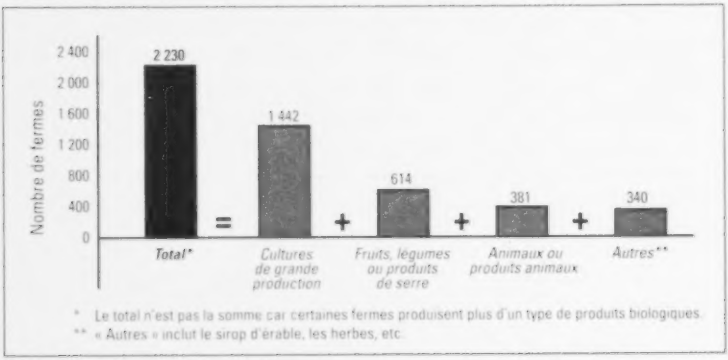
Incidence de l'agriculture biologique sur la consommation d'énergie

L'agriculture biologique est une méthode agricole où le recours aux produits chimiques pour la production est réduit au minimum. Elle vise à produire des récoltes ayant une valeur nutritive élevée et à améliorer la fertilité et la durabilité à long terme des terres agricoles. Les fermes biologiques doivent se conformer volontairement aux normes établies par l'Office des normes générales du Canada qui incluent, entre autres, l'abandon des pesticides de synthèse et des engrais renfermant des substances synthétiques interdites ainsi que l'interdiction d'utiliser des organismes génétiquement modifiés[1].

C'est en 2001 que l'agriculture biologique a été incluse pour la première fois dans le *Recensement de l'agriculture* de Statistique Canada. On a constaté que 2 230 fermes produisaient au moins un type de produit agricole certifié biologique. Les végétaux de grande culture (p. ex., céréales, graines oléagineuses, etc.) représentaient la catégorie d'exploitation biologique la plus courante; venaient ensuite les fruits, les légumes ou produits de serre, les animaux ou produits animaux et les autres produits (p. ex., sirop d'érable, herbes, etc.) [voir figure 7.5]. Les ventes au détail dans le secteur biologique ont connu une croissance annuelle de 20 p. 100 au cours des dix dernières années, et on prévoit qu'elles atteindront 3,1 milliards $ en 2005[2]. En dépit d'une hausse de 176 p. 100 du nombre de producteurs biologiques entre 1992 et 2001[3], les fermes biologiques représentaient moins de 1 p. 100 de l'ensemble des fermes en 2001[4].

[1] Office des normes générales du Canada, *Systèmes de production biologique, Partie 1 : Principes généraux*, Ottawa, juin 2004.
[2] Agriculture et Agroalimentaire Canada, « L'industrie de l'agriculture, des aliments et des boissons au Canada, L'industrie canadienne des aliments biologiques », Fiche d'information, ats-sea.agr.gc.ca/supply/3313_f.htm, fiche téléchargée en novembre 2004.
[3] Centre d'agriculture biologique du Canada, « Statistiques sur l'agriculture biologique », 2003, www.agr.gc.ca/misb/hort/org-bio/pdf/OrganicsCAN2003_f.pdf, fiche téléchargée en novembre 2004.
[4] Agriculture et Agroalimentaire Canada, fiche téléchargée en novembre 2004.

Figure 7.5 Nombre de fermes certifiées biologiques selon le type de produit, 2001



* Le total n'est pas la somme car certaines fermes produisent plus d'un type de produits biologiques.
** « Autres » inclut le sirop d'érable, les herbes, etc.

Source : Statistique Canada, *Recensement de l'agriculture de 2001*, Ottawa, mai 2002 (no de cat. 95F0301XIF).

En abandonnant l'utilisation des pesticides ou des engrais de synthèse, les fermes biologiques peuvent travailler leurs sols plus intensément et faire une plus grande rotation des cultures afin de contrôler les mauvaises herbes. Cela a une incidence à la hausse sur la consommation d'énergie, car les tracteurs et autres machines agricoles sont utilisés plus fréquemment pour travailler le sol. Toutefois, cette hausse de la consommation est en partie compensée par l'élimination de l'épandage mécanique de l'engrais et des pesticides. Outre l'augmentation des coûts d'énergie, les fermes biologiques produisant des fruits et légumes ont signalé un rendement moins élevé des cultures. Par contre, certains produits biologiques se vendent à prix plus élevé, ce qui compense partiellement ou complètement la baisse de rendement. Par conséquent, près de la moitié des récoltes biologiques de fruits et légumes produites au Canada permettent d'obtenir des revenus bruts par hectare plus élevés que ceux obtenus par les méthodes traditionnelles[5].

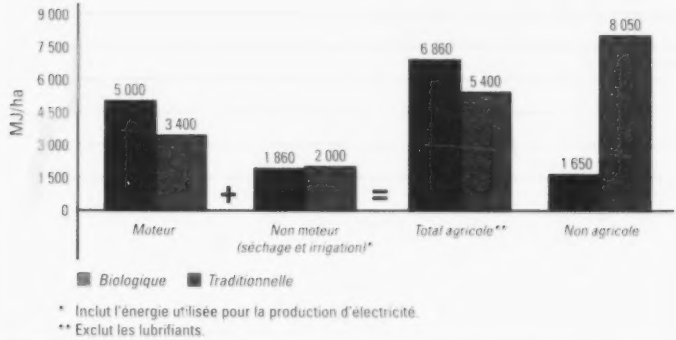
[5] Statistique Canada, « La production de fruits et légumes biologiques : est-ce pour vous? », *Regards sur l'industrie agro-alimentaire et la communauté agricole*, Ottawa, septembre 2002 (no de cat. 21-004-XIF).

suite

suite

Afin d'évaluer les variations de la consommation d'énergie des fermes biologiques et traditionnelles, examinons la production d'orge de printemps des exploitations biologiques du Danemark (voir figure 7.6). Le système biologique a recours au contrôle mécanique des mauvaises herbes plutôt qu'à l'utilisation de pesticides et à l'épandage de bouillie liquide[6] à la place des engrais de synthèse. Comparativement aux méthodes traditionnelles, ces fermes utilisent davantage d'énergie par hectare aux fins de carburant moteur[7] et moins d'énergie pour le séchage et l'irrigation (consommation de carburant non moteur). La consommation d'énergie est plus élevée tandis qu'on enregistre une baisse de 28 p. 100 des récoltes, ce qui se traduit par une intensité énergétique, ou consommation d'énergie par unité de PIB, plus élevée (on suppose que les prix sont similaires) sur cette ferme biologique.

Figure 7.6 Consommation d'énergie de la culture de l'orge de printemps au Danemark en sol sablonneux irrigué, 2002 (mégajoules par hectare)



Source : Dalgaard et coll., « Energy Balance Comparison of Organic and Conventional Farming », *Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, OCDE, 2003.

[6] Un épais mélange liquide d'eau et de fumier.
[7] Dalgaard et coll., « Energy Balance Comparison of Organic and Conventional Farming », *Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, OCDE, 2003.

Les fermes biologiques ont également une incidence sur la consommation d'énergie dans les secteurs non agricoles, notamment les secteurs industriel et des transports (voir figure 7.6). Une baisse de la demande en pesticides et celui engrais diminuera les niveaux de production et la consommation d'énergie connexe de production (y compris les matières premières requises et l'énergie pour faire fonctionner les machines) et le transport de produits de l'agriculture traditionnelle. Signalons que ces réductions de la consommation d'énergie non agricole viennent complètement compenser la hausse de la consommation d'énergie agricole attribuable aux travaux additionnels du sol.

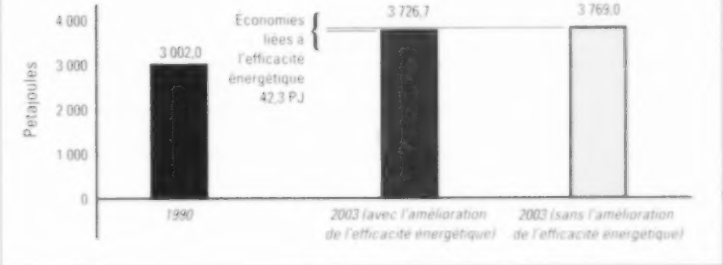
Les fermes biologiques représentent un petit segment du marché au Canada, et leurs répercussions sur la consommation d'énergie totale du secteur agricole sont limitées. Toutefois, selon l'exemple des fermes danoises, une croissance continue de la taille et du nombre de fermes biologiques pourrait augmenter la consommation d'énergie et l'intensité du secteur agricole. Les réductions de la consommation d'énergie pour produire et transporter les engrais et les pesticides peuvent compenser la hausse de la consommation d'énergie pour la production agricole, ce qui entrainerait un déclin net de la consommation d'énergie secondaire. Il est difficile de faire des observations générales sur l'agriculture biologique puisque bon nombre de fermes produisent une vaste gamme de récoltes grâce à diverses techniques. Cette analyse donne un aperçu des différences entre les exploitations biologiques et traditionnelles par rapport à la consommation d'énergie; toutefois, il est nécessaire de recueillir davantage d'information avant de tirer des conclusions précises.

Chapitre 8
Secteur de la production d'électricité

Definition : Le secteur de la production d'électricité englobe la transformation d'autres formes d'énergie (combustibles fossiles, énergie hydraulique, énergie nucléaire et autres) en énergie électrique effectuée par les services publics et les producteurs industriels.

Entre 1990 et 2003, on a enregistré une hausse de la consommation d'énergie servant à produire l'électricité de 24 p. 100, soit de 724,8 PJ (figure 8.1) et des émissions de GES connexes de 38 p. 100, soit 35,8 Mt. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 26 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 24 p. 100 observés.

Figure 8.1 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (pétajoules)



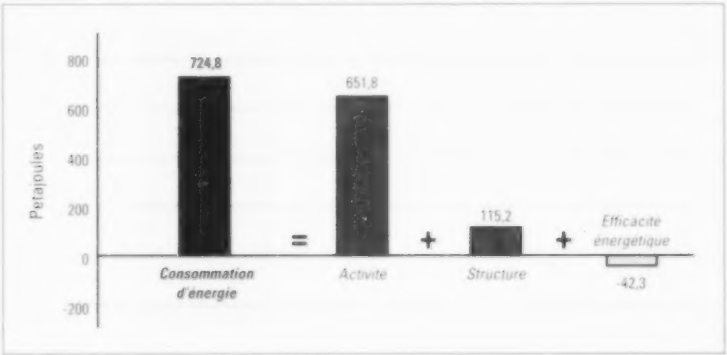
La figure 8.2 montre les différents facteurs à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

- une augmentation de 21 p. 100 de la quantité d'électricité produite a entraîné un accroissement de la consommation d'énergie de 651,8 PJ et des émissions de GES connexes de 22,8 Mt;
- les changements structurels dans le secteur de la production d'électricité (combinaison des différentes sources d'énergie servant à la production d'électricité), en particulier une diminution de la part relative de la production hydroélectrique combinée avec une part plus grande du charbon et du gaz naturel, deux sources d'énergie qui sont plus énergivores lors de la production d'électricité. Cela a eu pour effet d'accroître de 115,2 PJ la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes de 4,0 Mt.

Entre 1990 et 2003, la part du gaz naturel dans les combustibles utilisés pour produire de l'électricité est passée de 3 à 9 p. 100.

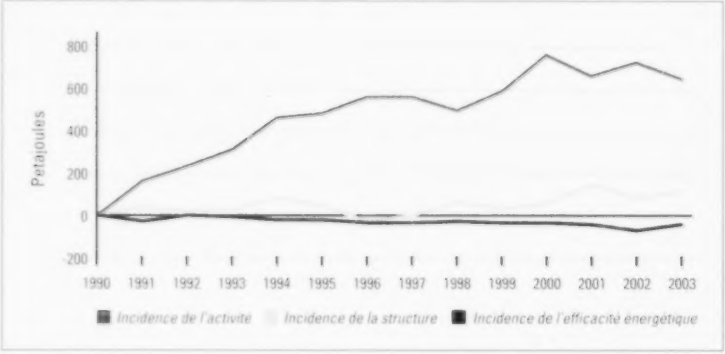
- l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur de la production d'électricité s'est traduite par une réduction de 42,3 PJ de la consommation d'énergie et de 1,5 Mt des émissions de GES.

Figure 8.2 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (pétajoules)



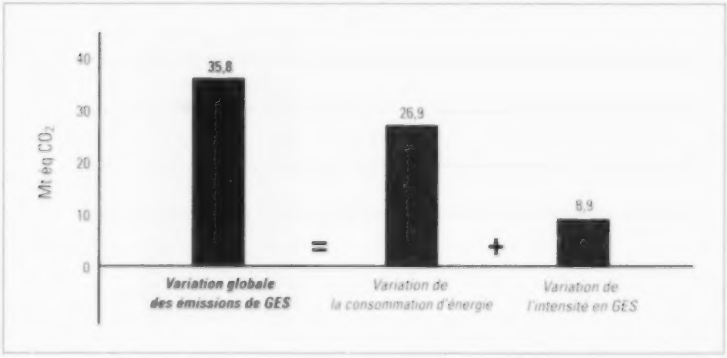
La figure 8.3 montre que, dans l'ensemble, l'augmentation de la consommation d'énergie entre 1990 et 2003 était principalement attribuable à l'accroissement de l'activité, soit la quantité d'électricité produite pour répondre aux besoins des secteurs d'utilisation finale. L'incidence de la structure sur la consommation d'énergie a varié en fonction des parts des combustibles utilisés, chaque combustible ayant sa propre intensité énergétique. Par exemple, une baisse de la part de l'énergie hydraulique combinée à une augmentation relative de l'utilisation du gaz naturel et des mazouts lourds pour produire de l'électricité entre 2002 et 2003 a entraîné une légère hausse de l'incidence de l'effet de la structure sur la consommation d'énergie. Le changement de l'efficacité énergétique témoigne d'une baisse quant à l'efficacité de la transformation de la plupart des combustibles en électricité.

Figure 8.3 Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (pétajoules)



Comme l'illustre la figure 8.4, les émissions de GES du secteur de la production d'électricité étaient 38 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivaut à 35,8 Mt de plus. Cette augmentation découle de l'accroissement à la fois de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES de l'énergie consommée. La hausse de 13 p. 100 de l'intensité en GES était attribuable à l'augmentation relative de la production d'électricité provenant du charbon et du gaz naturel et à la diminution relative de l'utilisation des énergies nucléaire et hydraulique. L'incidence de l'intensité a augmenté comparativement à l'année dernière en raison d'une augmentation de la part relative de l'utilisation de mazouts lourds pour la production d'électricité entre 2002 et 2003.

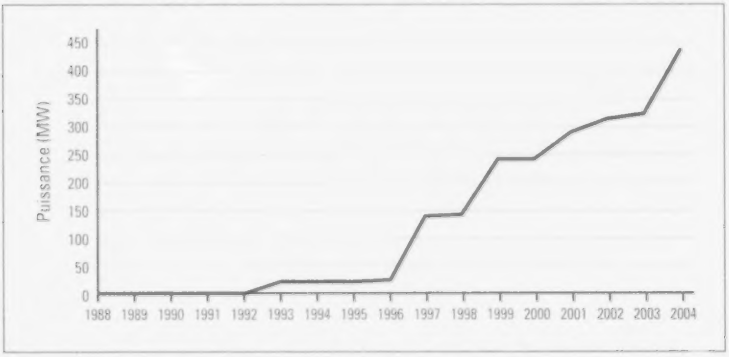
Figure 8.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO_2)



Énergie éolienne : un composant mineur, mais en progression, de la production d'électricité au Canada

En 1988, la Northwest Territories Power Corporation a installé une éolienne, la première au Canada, de 20 kilowatts (kW) pour répondre aux besoins en électricité du hameau de Igloolik, au Nunavut. Dès lors, l'énergie éolienne, une source d'énergie renouvelable et non polluante, a pris de l'ampleur. En 1996, la puissance installée au Canada était de 23 mégawatts (MW), mais elle atteignit 436 MW en 2004 (voir figure 8.5). En 2004 seulement, on a enregistré une hausse d'environ 36 p. 100 de la production d'énergie éolienne. Malgré les progrès réalisés depuis 1996, l'électricité produite par l'énergie éolienne ne représentait en 2002 que 0,1 p. 100 de toute la production d'électricité au Canada. L'énergie éolienne représente en moyenne 0,5 p. 100 de la production d'électricité des pays membres de l'Agence internationale de l'énergie (AIE)[1].

Figure 8.5 Puissance éolienne installée au Canada, de 1988 à 2004 (mégawatts)



Source : Données tirées de la base de données sur l'énergie renouvelable du Centre canadien de données et d'analyse de la consommation finale d'énergie dans l'industrie et du répertoire des éoliennes canadiennes de l'Association canadienne de l'énergie.

Même si la production d'électricité d'origine éolienne s'est accrue considérablement, son utilisation présente encore des inconvénients au Canada. Le vent, par définition, est une source d'énergie intermittente (c.-à-d. que le vent ne souffle pas en permanence); puisqu'on ne peut s'y fier, on ne peut se servir du vent pour l'approvisionnement en électricité en période de pointe. De plus, la population ne voit pas toujours d'un bon œil l'énergie éolienne. Certains considèrent que les éoliennes sont bruyantes et qu'elles ruinent l'apparence du paysage. Ces deux perceptions, qui sont réfutées par les défenseurs de l'énergie éolienne, engendrent le syndrome du « pas dans ma cour ».

[1] Calculs effectués à l'aide des bilans énergétiques de l'AIE, Paris, édition de 2004.

La rentabilité de l'énergie éolienne s'est améliorée au cours des dernières années. D'abord le coût d'installation des éoliennes a diminué. Selon l'American Wind Energy Association (AWEA), les progrès en matière de contrôle électronique et de conception des pales ainsi que la taille accrue des tours ont contribué à diminuer les coûts d'installation. En 1981, une éolienne typique moyenne avait une puissance génératrice nominale de 25 kW et coûtait environ 2 600 $ US par kW installé. En 2000, l'éolienne typique moyenne était 66 fois plus grosse, avait une puissance génératrice nominale de 1 650 kW et coûtait 790 $ US par kW installé, soit 70 p. 100 de moins[2].

Le deuxième facteur qui a changé est la taille des installations. Les entreprises tirent parti des économies d'échelle en installant davantage d'éoliennes par parc. Au Canada, entre 1988 et 1996, 18 p. 100 des projets d'éoliennes comportaient plus de cinq éoliennes installées. En 2004, cette proportion est passée à environ 31 p. 100. Selon l'AWEA, les gros parcs d'éoliennes diminuent d'environ 40 p. 100 le coût moyen par kilowattheure d'électricité en raison de l'efficacité économique découlant du partage entre un grand nombre d'éoliennes des coûts d'entretien et d'autres ressources[3].

Quant aux perspectives d'avenir de l'énergie éolienne au Canada, les initiatives de Ressources naturelles Canada devraient permettre d'accroître la puissance installée de 1 000 MW entre 2002 et 2007[4]. L'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA) est encore plus ambitieuse; elle vise une hausse de 10 000 MW d'ici 2010. En remplaçant les combustibles habituellement utilisés pour produire l'électricité, en particulier le charbon, le mazout et le gaz naturel, par le vent, qui est une source d'énergie renouvelable ne produisant pas de GES, on pourrait réduire considérablement la consommation d'énergie et la production de GES[5]. Par exemple, l'atteinte de l'objectif de 10 000 MW de la CanWEA permettrait de réaliser des économies d'énergie pouvant atteindre 170,7 PJ et de réduire les émissions de GES connexes de 10,9 Mt[6].

[2] American Wind Energy Association, « The Economics of Wind Energy », AWEA Wind Energy Fact Sheets, février 2005.
[3] *Ibid.*
[4] Ressources naturelles Canada, *Encouragement à la production d'énergie éolienne : 1 000 mégawatts sur 5 ans*, Ottawa, 2001.
[5] La réduction des émissions de GES découlant du remplacement de l'hydroélectricité ou de l'énergie nucléaire par l'énergie éolienne serait nulle car ces sources ne produisent pas de GES.
[6] On présume que le vent a un facteur de capacité de 0,29673. La réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES a été calculée à l'aide de la quantité moyenne d'énergie requise pour produire l'électricité (6 560,9 GJ/GWh) et les intensités en GES (63,8 tonnes/TJ) pour le Canada en 2003.

Annexe
Glossaire des termes

Activité : Terme utilisé pour décrire les principaux facteurs de consommation d'énergie dans un secteur (p. ex., la surface de plancher dans le secteur commercial et institutionnel).

Agriculture biologique : Une méthode agricole qui réduit au minimum le recours aux produits chimiques dans le processus de production. Elle vise à produire des récoltes ayant une valeur nutritive élevée et à améliorer la fertilité et la durabilité à long terme des terres agricoles.

Année automobile : Période annuelle (qui commence le 1er septembre et se termine le 31 août) au cours de laquelle l'industrie automobile nationale organise ses opérations et durant laquelle les nouveaux modèles sont annoncés. Par exemple, si « l'année automobile » est 2003, l'année commence le 1er septembre 2002 et se termine le 31 août 2003.

Biomasse : Comprend les déchets ligneux et les liqueurs résiduaires. Les déchets ligneux sont des combustibles composés d'écorce, de copeaux, de sciure de bois ainsi que de bois de qualité inférieure et de bois de rebut provenant des activités des usines de pâtes et papiers, des scieries et des usines de contreplaqués. Les liqueurs résiduaires sont des substances principalement composées de lignine, d'autres constituants du bois et de produits chimiques qui sont des sous-produits de la fabrication de la pâte chimique. Elles dégagent de la vapeur pour les procédés industriels lorsqu'elles sont brûlées dans une chaudière et peuvent produire de l'électricité grâce au dégagement d'énergie thermique, ou les deux.

Camion léger : Camion dont le poids nominal brut ne dépasse pas 3 855 kilogrammes (8 500 livres). Le poids nominal brut du véhicule équivaut à son poids à vide plus le poids de charge maximal prévu. Cette classe de véhicules inclut les camionnettes, les fourgonnettes et les véhicules utilitaires sport.

Camion lourd : Camion dont le poids nominal brut est égal ou supérieur à 14 970 kilogrammes (33 001 livres). Le poids nominal brut du véhicule équivaut à son poids à vide plus le poids de charge maximal prévu.

Carburant moteur : Comprend l'essence automobile et le carburant diesel.

Chauffage de l'eau : Utilisation d'énergie pour chauffer l'eau courante, l'eau de cuisson ainsi que l'eau des installations auxiliaires de chauffage de l'eau pour le bain, le nettoyage ou les applications autres que la cuisson.

Chauffage des locaux : Utilisation d'appareils mécaniques pour chauffer un bâtiment, en tout ou en partie. Comprend les installations principales de chauffage des locaux et le matériel de chauffage d'appoint.

Classification type des industries (CTI) : Système de classification regroupant les établissements ayant des activités économiques similaires.

Climatiseur central : Appareil électrique qui absorbe la chaleur d'une pièce et la transporte à l'extérieur de manière à assurer le confort des occupants par temps chaud et humide. Conçu pour refroidir une maison, il comporte un compresseur et un serpentin de grandes dimensions, installés à l'extérieur, et reliés par des conduits de frigorigène à un serpentin intérieur, monté dans le système de chauffage central. Le même réseau de conduits sert à la distribution de l'air chaud et de l'air froid.

Climatiseur individuel : Appareil électrique qui absorbe la chaleur d'une pièce et la transporte à l'extérieur de manière à assurer le confort des occupants par temps chaud et humide. Contrairement à un appareil de climatisation centrale, l'installation d'un climatiseur individuel ne comporte pas de conduit et tous les éléments sont réunis dans un même appareil qui s'installe dans une fenêtre ou dans une ouverture pratiquée dans un mur. C'est un appareil plus petit que le climatiseur central; il a pour but de climatiser des espaces moins grands, comme une pièce.

Climatisation des locaux : Conditionnement de l'air des locaux pour le confort des occupants par un appareil de réfrigération (p. ex., climatiseur ou thermopompe) ou par la circulation d'eau refroidie dans un système de refroidissement central ou collectif.

Cran de marche : Une de plusieurs valeurs prédéterminées du système de régulation de puissance (régulateur, interrupteur, etc.) d'une locomotive.

Degré-jour de réfrigération (DJR) : Mesure de la chaleur d'un endroit pendant une période par rapport à une température de base. La température de base est de 18 °C et la période, d'un an. Si la température moyenne quotidienne dépasse la température de base, le nombre de DJR pour cette journée est la différence entre la température moyenne et 18 °C. Le nombre de DJR est toutefois nul si la température moyenne quotidienne est inférieure ou égale à la température de base. Le nombre de DJR pour une période plus longue est la somme des DJR de tous les jours de la période visée.

Dioxyde de carbone (CO_2) : Composé de carbone et d'oxygène qui se forme au moment de la combustion du carbone. Le dioxyde de carbone est un gaz incolore qui absorbe le rayonnement infrarouge, principalement sur une longueur d'ondes se situant entre 12 et 18 microns. Il agit comme un filtre unidirectionnel qui permet à la lumière visible de traverser dans un sens tout en empêchant le rayonnement infrarouge de passer dans le sens contraire. En raison de l'effet de filtre unidirectionnel du dioxyde de carbone, l'excès de rayonnement infrarouge est bloqué dans l'atmosphère. Ainsi, l'atmosphère agit comme une serre et peut augmenter la température à la surface de la Terre.

Économies d'échelle : Les économies d'échelle se produisent lorsqu'une entreprise tire des avantages de la production à grande échelle. Les coûts moyens à long terme diminuent à mesure que la production augmente, ce qui réduit les coûts unitaires des produits.

Gaz à effet de serre (GES) : Gaz qui absorbe et irradie dans la basse atmosphère la chaleur qui, autrement, aurait été perdue dans l'espace. L'effet de serre est indispensable à la vie sur la planète Terre. Il permet de garder les températures moyennes de la planète suffisamment élevées pour assurer la croissance des végétaux et des animaux. Les principaux GES sont le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), les chlorofluorocarbones (CFC) et l'oxyde nitreux (N_2O). Le CO_2 est de loin le GES le plus abondant, représentant environ 70 p. 100 des émissions totales de GES (voir Dioxyde de carbone).

Gaz de pétrole liquéfié (GPL) et liquides de gaz naturel (LGN) des usines de gaz : Le propane et le butane sont des gaz liquéfiés dérivés du gaz naturel (c.-à-d. LGN des usines de gaz) ou des produits pétroliers raffinés (c.-à-d. GPL) à l'usine de traitement.

Horsepower (hp) : Unité de puissance couramment utilisée pour les moteurs de véhicule. Elle correspond à 75 mètres-kilogrammes-force par seconde; ce qui équivaut à 735,49875 watts.

Îlot thermique : Dôme d'air chaud et pollué qui couvre une région urbaine et où la température est plus élevée que celle des régions environnantes.

Intensité énergétique : Quantité d'énergie consommée par unité d'activité. Au nombre des mesures de l'activité mentionnées dans ce rapport, citons les ménages, la surface de plancher, les voyageurs-kilomètres, les tonnes-kilomètres, les unités physiques de production et la valeur du produit intérieur brut en dollars constants.

Intensité en gaz à effet de serre : Quantité d'émissions de gaz à effet de serre par unité d'énergie.

Kilowattheure (kWh) : Unité d'énergie électrique commerciale établie à 1 000 wattheures. Un kilowattheure est la quantité d'électricité consommée par 10 ampoules de 100 watts pendant une heure. Un kilowattheure égale 3,6 millions de joules.

Marche au ralenti : Se produit lorsque de la puissance est produite par un moteur, mais n'est toutefois pas utilisée pour un travail utile.

Ménage : Personne ou groupe de personnes occupant un logement. Le nombre de ménages est donc égal au nombre de logements occupés. Là où les personnes occupant un logement privé forment un ménage privé.

Méthode de factorisation : Une méthode statistique, reposant sur l'indice de Laspeyres, qui est utilisée dans ce rapport pour séparer les changements dans la consommation d'énergie en cinq facteurs : activité, conditions météorologiques, structure, niveau de service et efficacité énergétique.

Niveau de service : Terme utilisé pour caractériser la pénétration accrue de l'équipement auxiliaire dans les bâtiments commerciaux et institutionnels.

Pétajoule (PJ) : Unité de mesure qui équivaut à 1×10^{15} joules. Le joule est l'unité de mesure internationale de l'énergie. Il s'agit de l'énergie produite pendant une seconde par la puissance d'un watt. Il y a 3,6 millions de joules dans un kilowattheure (voir Kilowattheure).

Produit intérieur brut (PIB) : Valeur totale des biens et des services produits au Canada au cours d'une année donnée. Il est aussi appelé production économique annuelle ou tout simplement production. Pour que les biens et les services ne soient pas pris en compte plus d'une fois, le PIB n'englobe que les biens et services finaux – pas ceux qui servent à fabriquer un autre produit. Le PIB est exprimé en dollars constants de 1997.

Secteur : Catégorie générale pour laquelle on étudie la consommation d'énergie et l'intensité énergétique dans l'économie canadienne (p. ex., secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports, agricole et de la production d'électricité).

Source d'énergie : Toute substance qui fournit de la chaleur ou de la puissance (p. ex., pétrole, gaz naturel, charbon, énergie renouvelable et électricité, y compris une substance utilisée comme charge d'alimentation non énergétique).

Structure : La structure représente les changements dans la composition de chaque secteur. Par exemple, dans le secteur industriel, une hausse relative d'une industrie comparativement à une autre est considérée comme un changement structurel; dans le secteur de la production d'électricité, une hausse relative d'un combustible comparativement à un autre est considéré comme un changement structurel.

Surface de plancher (superficie) : Espace délimité par les murs extérieurs d'un bâtiment. Elle exclut les aires de stationnement, les sous-sols ou les autres étages sous le niveau du sol dans le secteur résidentiel, alors qu'elle les inclut dans le secteur commercial et institutionnel. Elle se mesure en mètres carrés.

Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) : Système de classification regroupant les établissements ayant des activités économiques similaires. La structure du SCIAN, adoptée par Statistique Canada en 1997 pour remplacer la Classification type des industries (CTI) de 1980, a été mise au point par les organismes de collecte de données statistiques du Canada, du Mexique et des États-Unis.

Toiture verte extensive : Installation d'une mince couche de terre pour assurer le développement de divers végétaux ayant des racines de surface; nécessite peu d'entretien.

Toiture verte intensive : Installation d'une épaisse couche de terre, qui peut assurer le développement de divers végétaux, y compris des arbres et des arbustes; nécessite un système d'irrigation et de drainage.

Tonne-kilomètre (Tkm) : Transport d'une tonne sur une distance d'un kilomètre.

Utilisation de la capacité : Les taux d'utilisation de la capacité sont des mesures de l'intensité avec laquelle les industries utilisent leur capacité de production. C'est le rapport entre la production réelle de l'industrie et sa production potentielle.

Utilisation finale : Toute activité spécifique qui nécessite de l'énergie (p. ex., réfrigération, chauffage des locaux, chauffage de l'eau, procédés de fabrication et charges d'alimentation).

Voyageur-kilomètre (Vkm) : Mesure de transport d'un voyageur sur une distance d'un kilomètre.

Watt (W) : Unité de puissance, ou du taux de consommation d'énergie, par exemple, une ampoule de 40 watts consomme 40 watts d'électricité (voir Kilowattheure).